

## Crecimiento de *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) en balsas flotantes

Daisy Arroyo Mora<sup>1</sup> y Berny Marín Alpízar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología. (CIMAR), Tel-fax (506) 253-5661, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica. Correo electrónico: darroyo@cariari.ucr.ac.cr.

<sup>2</sup>INCOPESCA, Dirección General Técnica, Puntarenas, Costa Rica.

(Rec. 2-II-98. Rev. 24-IV-98. Acep. 11-XI-98)

**Abstract:** Growth of the mytilid species *Mytella guyanensis* was studied on a floating raft in Chira Island, inner Gulf of Nicoya, Costa Rica. Natural seed collection was done with 1.5 m long spat collectors suspended from a wooden raft. The collectors produced a total of 3 kg of seed each (2025 seeds per collector) after three months, reaching a mean size of 19.4 mm and 0.79 g per seed. Seed mussels were retubed and resuspended for nine more months and reached a marketable size of 44.4 mm (S.D. 3.43) and 8.5 g (S.D. 1.98). Mean growth rates were 5.7 mm and 0.57 g per month, with a meat yield of 32.7% for the fifth month. As in other mollusks, growth rate was higher during the first six culture months.

**Key words:** Mussels, growth, raft system, culture, *Mytella*.

El cultivo de mitilidos de importancia comercial se ha incrementado en Latinoamérica gracias a la promoción de la investigación de la biología, reproducción, cría en cautiverio, y estudios de tecnologías y sistemas de cultivo en mar abierto (en medio natural y en sistemas controlados). Aunque para algunos países la mitilicultura representa una actividad en estudio y ensayos, para otros se ha visto reflejada en números productivos crecientes (Smaal 1991), principalmente para Chile, que acumuló un total de 3162 tm en 1993 (Anónimo 1995) y Brasil con un total de 3000 tm en la cosecha 1993/1994 (Ferreira com. pers.).

En Costa Rica los ensayos biológicos en mitilidos se iniciaron con estudios de las poblaciones naturales (Sibaja 1985 a, 1986 a y b, 1989) y con ensayos preliminares de cultivo en balsas flotantes, en la especie *Mytella guyanensis* (Sibaja 1986, 1988, Bolaños 1987).

Más recientemente, se investigó temas más específicos (Cruz y Villalobos 1993) en los que se describe el ciclo gonádico y las fechas de desoves masivos. Además, se ha efectuado observaciones biométricas y de crecimiento en otras especies de mejillones del Golfo tales como *M. strigata* (Sibaja 1985) y *Modiolus capax* (Cabrera y Solano 1996).

Por las características óptimas de fijación larval y de crecimientos observados en estudios anteriores, en el presente trabajo se evalúa y se brinda resultados preliminares del crecimiento de *Mytella guyanensis* (chora) en una balsa flotante colocada en la Isla de Chira, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se efectuó entre el mes de enero de 1994 y el mes de marzo de 1995 en la zona noroeste de la Isla de Chira, frente a

Puerto Palito, Golfo de Nicoya ( $10^{\circ} 5' 45''$  N,  $85^{\circ} 11' 21''$  W). El sistema de cultivo suspendido utilizado fue una plataforma flotante de madera, de 3.5 m x 3.5 m de lado y un sistema de flotación constituido por 6 cilindros plásticos sellados de 273 litros cada uno.

El cultivo fue realizado en dos etapas, para un total de 343 días: la recolección y desarrollo de semilla natural, con una duración de tres meses, y la engorda luego del desdoble, extendida por nueve meses. Para la primera etapa, se confeccionó 40 colectores a partir de malla camaronera en desuso; y se colocaron en la balsa en el mes de marzo. Estos colectores fueron retirados para el desdoble tres meses después.

El desdoble se efectuó de forma manual y las cuerdas de engorda (de 1.5 m de largo) fueron confeccionadas a una densidad inicial de 1 kg por metro lineal. Sin embargo, a partir del octavo mes de cultivo, también se evaluó el crecimiento en cuerdas con 1.5 kg de semilla por metro lineal. Para los efectos de este estudio, 1 kg de semilla correspondió aproximadamente a 675 juveniles de mejillón (largo promedio de 19.41 mm y peso de 0.79 g). Las cuerdas de engorda fueron colocadas a 40 cm de distancia unas de otras en la balsa flotante.

El crecimiento del mejillón fue medido en el laboratorio de forma mensual: para longitud, con un vernier (0.01 mm de precisión), y para peso húmedo (con balanza de 0.1 g de precisión, a excepción de los mejillones del primer mes que fueron pesados en balanza analítica de 0.001 g de precisión), en una muestra de 60 individuos/densidad.

Los datos de crecimiento fueron analizados con el programa EXCEL y el paquete PC-Fish versión 1.3. El cálculo de la ecuación Von Bertalanfy se efectuó con el programa ELEFAN. Se hizo comparaciones del crecimiento a diferentes densidades y pruebas de T-Student y Mann-Whitney.

Paralelamente, en la zona de estudio fueron considerados los parámetros fisicoquímicos de temperatura y oxígeno disuelto (Medidor de Oxígeno YSI modelo 51), salinidad (refractómetro), pH (papel medidor a colores) y turbidez en el agua (disco Secchi). Se tomó muestras superficiales de agua para análisis de nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos) y clorofilas (clorofila *a* y feopigmentos) (Strick-

land y Parsons 1972).

## RESULTADOS

Las condiciones fisicoquímicas del agua en la zona de cultivo se describen con los valores promedio para cada medición: temperatura  $29.3^{\circ}\text{C}$  (ámbito  $26^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$ ), salinidad 25 ppm (ámbito 20 - 31 ppm), oxígeno disuelto en 4.9 mg/l (ámbito 3.1 - 6 mg/l, con un porcentaje de saturación del 77.5% en promedio; (ámbito entre 48.4 - 104.7 %), turbidez en 0.88 m (disco Secchi ámbito 0.4 - 1.3 m), y el pH 6.9 (ámbito 6 - 7.5) (Fig. 1).

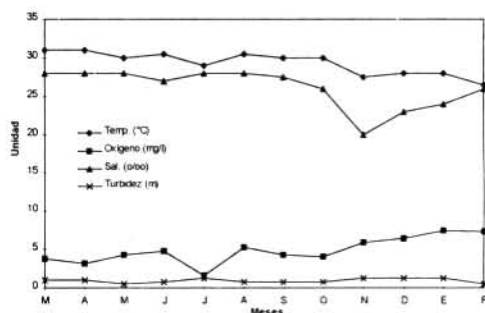


Fig. 1. Variaciones fisicoquímicas del agua en la zona de cultivo de mejillón, desde marzo 1994 hasta febrero 1995 en Palito, Chira.

Las concentraciones de feopigmentos resultaron siempre mayores a las de clorofilas y la sumatoria de ambas mediciones resultaron en valores desde  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mes de julio, hasta  $17.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mes de setiembre. Este último valor y el de los meses de octubre y marzo resultaron ser los más altos.

Por su parte, los análisis químicos practicados al agua de la zona de cultivo, mostraron altos contenidos de silicatos (el valor más alto fue el del mes de mayo con  $199.2 \mu\text{mol}/\text{l}$ , y un mínimo en el mes de diciembre de  $0.03 \mu\text{mol}/\text{l}$ ), y bajas concentraciones de nitratos ( $0.04$  y  $16.0 \mu\text{mol}/\text{l}$ ), nitritos (valores entre los  $0.02$  y  $10.91 \mu\text{mol}/\text{l}$ ) y fosfatos (con valores entre los  $0.24$  y  $3.74 \mu\text{mol}/\text{l}$ ).

La utilización de malla camaronera de desecho como sustrato para la colecta de semilla de este mejillón resultó en una alta fijación: 3 kg de semilla por cuerda colectora

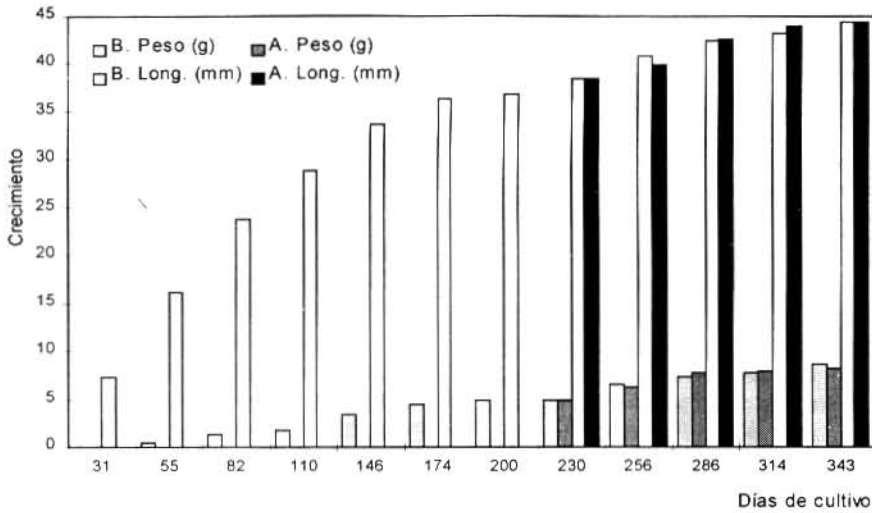


Fig. 2. Comparación del crecimiento del mejillón en longitud y peso , para cuerdas de engorde con densidad de 1 kg/ m lineal (B) y 1.5 kg/m lineal (A), en Palito, Chira.

o un total aproximado de 2025 semillas por colector al tercer mes de cultivo.

El crecimiento del mejillón cultivado con las densidades de 1 y 1.5 kg/m lineal se encuentra ilustrado en la Fig. 2. Como es común para otros moluscos, el crecimiento es rápido en los primeros meses y más pausado en meses posteriores. El incremento en peso y longitud promedio individual para baja densidad fueron respectivamente 0.73 g/mes (D.E. 0.54) y 3.62 mm/mes (D.E. 3.02), obteniéndose un tamaño y peso a los 12 meses de 44.4 mm y 8.7 g/mejillón cultivado.

Al considerar los datos de crecimiento obtenidos para una y otra densidad, no se pudo determinar una diferencia significativa entre ambas (T-Student 0.01 y Mann-Whitney 0.01), ya que los incrementos mensuales promedio para la densidad de 1.5 kg/m lineal fueron respectivamente 0.69 g (D.E. 0.59) y 3.70 mm (D.E. 2.9), valores que resultaron diferentes de los observados para la densidad de 1 kg/m lineal. El crecimiento promedio total para el mejillón cultivado fue de 5.77 mm/mes y 0.57 g/mes, resultados que pudieron ser confirmados con la ecuación de von Bertalanfy ( $L(t) = 45.08 (1 - e^{0.3(1-0.58t)})$ ) donde  $l = \text{mm}$  y  $t = \text{mes}$ .

El incremento en peso para los primeros seis meses de cultivo ( $\bar{x} = 0.75 \text{ g/mes}$ ) no difirió de los siguientes seis meses de cultivo ( $\bar{x} = 0.71 \text{ g/mes}$ ); sin embargo, si se encontró

diferencia en cuanto al crecimiento en longitud del mejillón, ya que el promedio para la segunda fase mostro valores menores que para la primera ( $\bar{x} = 6.05 \text{ mm/mes}$ ,  $\bar{x} = 1.35 \text{ mm/mes}$ ). En la Fig. 3 se puede observar la relación entre el largo (L) y el peso (P) del mejillón bajo cultivo, definida por la ecuación ( $P = 9.0153 \times 10^{-5} \times L^3$ ; P en g y L en mm).

Al final de esta experiencia, la producción

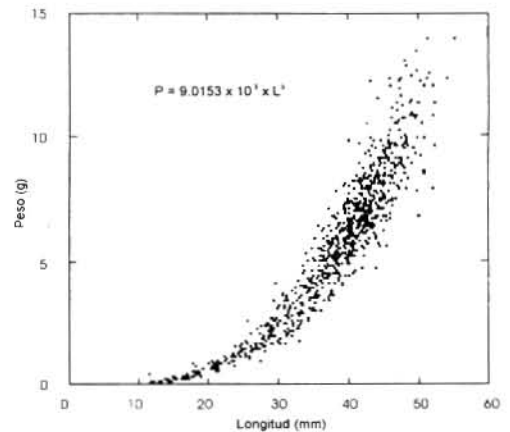


Fig. 3. Relación entre el peso y longitud del mejillón chora bajo cultivo desde su captación en Palito, Chira.

de las líneas de engorde no pudo ser cuantificada por problemas de depredación, sin em-

bargo, se procedió a realizar estimados teóricos de los datos: el cultivo de *M. guyanensis* daría valores de casi 3.5 kg/cuerda al considerar una sobrevivencia total del 60%.

## DISCUSION

Las condiciones físico-químicas y biológicas del agua del sitio de cultivo parecieron concordar con la época de lluvia (de mayo a noviembre) y seca (de diciembre a abril) típicas para esta zona interna del Golfo de Nicoya. Es importante recalcar que los valores de dichos factores en este estudio, parecen obedecer a un año de regular cantidad de lluvias, ya que los valores de salinidad parecen no haber descendido de los 20 ppm, aunque Bolaños (1988), reportó valores entre los 8 y 31 ppm. Por otra parte, ese autor reportó una turbidez promedio de 0.53 m, y en este estudio se encontró aguas más claras, con 0.88 m; este es un aspecto de importancia para la engorda del mejillón, ya que se ha encontrado que la cantidad de sedimentos en el agua puede afectar la tasa de filtración del mejillón, y por tanto su crecimiento (Bayne 1987, 1989). Además, los valores de pH y de oxígeno disuelto resultaron menores a los promedios observados en estudios anteriores (7.57 y 8 mg/l) (Voorhis *et al.* 1983, Bolaños 1988).

La captación de semilla concordó con los estudios de madurez sexual y desove de la especie (Cruz y Villalobos 1993), y parece que uno de los detonantes del desove en esta especie es el descenso en la salinidad y mayor disponibilidad de alimento en el medio; de esta forma, la colocación de los colectores a finales del mes de marzo resultó adecuada, con el fin de que estos adquirieran un sustrato óptimo para la fijación de las larvas. Al comparar los datos de captación de semilla observados en estudios anteriores, los resultados son variables, sin embargo, coinciden en la fecha para la colecta de semilla, y además en que se obtienen mejores resultados en una estructura flotante algo alejada de la costa, como la evaluada en este estudio que se encontraba a unos 200 m. Bolaños (1998) obtuvo una fijación promedio mayor (de 42.72 unidades/cm<sup>2</sup> y un total de 6 000 a 11 000 semillas colectadas), que la conseguida en

este ensayo, en el que se utilizó una malla colectora diferente (Bolaños 1988). Otros resultados de captación desarrollados en zonas templadas, reportaron, para *M. edulis platensis*, un total de 4.2 kg de semilla/m de cuerda, y un mínimo de 1 kg de semilla/m, para las temporadas de 1981 hasta 1985; esto resultó en un total de 800 juveniles/m (4.18 mm y 2.8 g) (Bertolotti *et al.* 1986).

En un estudio preliminar en Chira, Bolaños (1988) obtuvo un crecimiento mensual teórico de 7.65 mm, mayor al observado en éste: 5.77 mm en promedio; por su parte, Sibaja (1985) reportó que para los primeros doce meses esta especie podría tener un crecimiento entre los 5.08 y los 5.27 mm/mes en el banco natural. El crecimiento de *M. guyanensis* bajo cultivo es relativamente rápido, cuando se le compara con el crecimiento del mejillón en otras latitudes: Carvajal (1969) y Acuña (1976) encontraron un crecimiento para *Perna perna* de 5.27 mm/mes, y de 4.25 mm/mes respectivamente; más recientemente en México, un promedio de 3.9 mm/mes para la especie *Mytella strigata* (Chun, 1989); en Francia, Bardach *et al.* (1972) reportaron un crecimiento en bouchots para *Mytilus edulis* de 5 mm/mes. La talla máxima del mejillón chora casi alcanzó los 45 mm a los doce meses de cultivo, talla considerada de tamaño comercial.

El incremento de la carne fresca resultó menor 0.187 g al compararse con un estudio previo (Sibaja 1986) de 0.373 g; sin embargo, en ese estudio se obtuvo un rendimiento de carne fresca menor: 30.43% que el de 32.72% del presente estudio.

La evolución de la cosecha de mejillones está condicionada al ritmo de crecimiento y a la disminución del número de ejemplares, por mortalidad natural o pérdida por desprendimiento. En Chile se ha reportado un 50% de mortalidad en cuerdas que tenían como promedio 1400 individuos/m, con un 95% de sobrevivencia posterior al reencordado. En este estudio, la mortalidad más importante fue ocasionada por depredación por peces, situación que se agrava en la época seca al disminuir la turbidez e incrementarse la visibilidad, y por el acondicionamiento de los mismos, ya que ubican la provisión de alimentos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, y al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) el apoyo al proyecto 808-94-256, y a las personas que colaboraron con el desarrollo de las actividades de este trabajo.

## RESUMEN

Se estudió el crecimiento del mitilido *Mytella guyanensis* en una estructura flotante en Isla de Chira, Golfo de Nicoya, Costa Rica. Se recolectó semilla natural con colectores que fueron colocados en la estructura suspendida por un lapso total de tres meses. De cada colector se obtuvo un total de tres kilogramos de semilla (2025 juveniles por colector) con un tamaño y peso promedios de 19.4 mm y 0.79 g. Esta semilla fue sembrada en cuerdas de engorda a una densidad inicial de un kilogramo por metro lineal por un período total de nueve meses, al fin de los cuales alcanzaron 44.4 mm (D.E. 3.43) y 8.5 g (D.E. 1.98). El crecimiento mensual observado fue de 5.77 mm y 0.57 g, con un incremento importante durante los primeros seis meses.

## REFERENCIAS

- Acuña, A. 1976. Crecimiento e índice de engorde del mejillón *Perna perna* (L.) cultivado en el Golfo de Cariaco, Venezuela. FAO Fish. Rep. 200: 2-10.
- Anónimo. 1995. Servicio de información, datos y estadísticas de pesca. Estadísticas de la producción de acuicultura 1984-1993. FAO. Circular de Pesca. No. 815, Rev. 7. Roma. 186 p.
- Bardach, J.E., J.H. Ryther & M.C. McLarnay. 1972. Aquaculture: The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley, Nueva York. 868 p.
- Bayne, B.L., A.J.S. Hawkins & E. Navarro. 1987. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 111: 1-22.
- Bayne, B.L., A.J.S. Hawkins, E. Navarro & I.P. Iglesias. 1989. Effects of seston concentration on feeding, digestion and growth in the mussel *Mytilus edulis*. 1989. Mar. Ecol. Prog. Ser. 55: 47-54.
- Bertolotti, M.S., M. L. Lasta & E.A. Zampatti. 1982. Cultivo Experimental de mejillón (*Mytilus edulis platensis*): Características biológicas, técnicas y análisis económico de la actividad. Ind. Car. Latin. (1982): 42-54.
- Bolaños, J. 1988. Estudio preliminar sobre el comportamiento del mejillón *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae), en un parque fijo y una estructura flotante en la Isla Chira. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. 117 p.
- Cabrera, J. & Y. Solano. 1996. Crecimiento de *Modiolus capax* (Bivalvia: Mytilidae) en sistema de cultivo suspendido. Rev. Biol. Trop. 44: 939-940.
- Carvajal, R.J. 1969. Fluctuación mensual de larvas y crecimiento del mejillón *Perna perna* y las condiciones ambientales de la Ensenada de Guatapanare, Estado de Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Ocean. Univ. Oriente 8: 13-120.
- Chun, M. 1989. Desarrollo y cultivo de larvas y juveniles de mejillón de laguna *Mytella strigata* (Hanley 1843). Tesis de Ingeniería Pesquera en Acuicultura, Instituto Tecnológico del Mar, Veracruz, México. 71 p.
- Cruz, R.A. & C.R. Villalobos. 1993. Shell length at sexual maturity and spawning cycle of *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) from Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 41: 89-92.
- Cruz, R.A. & C.R. Villalobos. 1993. Monthly changes in tissue weight and biochemical composition of the mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) in Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 41: 93-96.
- Pérez, A., R. González & J. Fuentes. 1991. Mussel culture in Galicia (N.W. Spain). Aquaculture 94: 263-278.
- Prieto, A.S., R. Pereira & R. Manrique. 1984. Producción secundaria del mejillón *Modiolus modiolus squamosus* (Beauperthuy 1967) en Tucuchare, Golfo de Cariaco, Venezuela. Acta Cient. Ven. 36: 258-264.
- Sibaja, W.G. 1985. Características biométricas y desarrollo sexual del mejillón *Mytella guyanensis* (Lamarck 1819) (Bivalvia: Mytilidae), en el Litoral Pacífico de Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica. 88p.
- Sibaja, W.G. 1985. Dimensiones de la concha del mejillón *Mytella strigata* Hanley (Bivalvia: Mollusca), de la playa de Lepanto, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 33: 59-60.
- Sibaja, W.G. 1986. Madurez sexual en el mejillón chora *Mytella guyanensis* Lamarck, 1819 (Bivalvia: Mytilidae) del manglar en Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 34: 151-155.
- Sibaja, W.G. 1986. Rendimiento de la carne fresca en el mejillón *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae),

- en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Cienc. Téc. 10: 25-30.
- Sibaja, W.G. & C.R. Villalobos. 1986. Crecimiento del mejillón chora *Mytella guyanensis* L. (Bivalvia: Mytilidae), en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 34: 231-236.
- Sibaja, W.G. 1988. Fijación larval y crecimiento del mejillón *Mytella guyanensis* L. (Bivalvia: Mytilidae) en Isla Chira, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 36: 453-456.
- Sibaja, W.G. 1989. Morfología de la concha en el mejillón chora *Mytella guyanensis* L. (Bivalvia: Mytilidae), en relación con la granulometría en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Brenesia 31: 1-9.
- Smaal, A.C. 1991. The ecology and cultivation of mussels: new advances. Aquaculture 94: 245-261.
- Voorhis, A. D. , C. E Epifanio, D. Maurer, A. Dittel & J. A. Vargas. 1983. The estuarine character of the Gulf of Nicoya, an embayment on the Pacific coast of Central America. Hydrobiologia 99: 225-237.