

# CAPTACIÓN DE SEMILLA Y CULTIVO EXPERIMENTAL DEL HACHA *PINNA CARNEA* GMELIN, 1791 (bivalvia: pinnidae) EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA, CARIBE COLOMBIANO

## SEED COLLECTION AND EXPERIMENTAL CULTURE OF THE PEN SHELL *PINNA CARNEA* GMELIN, 1791 (BIVALVIA: PINNIDAE) IN THE TAYRONA NATIONAL NATURAL PARK, COLOMBIAN CARIBBEAN

*Luz Adriana Velasco y Francisco J. Borrero*

### RESUMEN

Con el fin de determinar la factibilidad biológica y tecnológica del cultivo del hacha *Pinna carnea* en la zona norte del Caribe colombiano, entre septiembre de 1994 y noviembre de 1995 se realizaron experimentos de captación de semilla sobre colectores artificiales y de cultivo suspendido. Un promedio de 125 juveniles/m<sup>2</sup> de colector fueron obtenidos empleando colectores artificiales tipo «cortina» que permanecieron suspendidos en el mar entre 5 y 10 m de profundidad por un período de 10 semanas. Estos juveniles, de 26.7 mm de longitud promedio, fueron distribuidos por triplicado en «redes perleras» a densidades de 10 y 20 % de cobertura del fondo de la red y suspendidos a 9 m de profundidad. Durante 11 meses se realizó un monitoreo mensual del crecimiento en concha, mortalidad, número de depredadores por red, además de algunas variables fisicoquímicas del agua como salinidad, temperatura, concentración de seston total (MTP) y orgánico (MOP). Al final del experimento las hachas alcanzaron longitudes de 167.5 y 156.5 mm a densidades de 10 y 20 % de cobertura, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre la longitud, tasa de crecimiento (0.42 mm/día) ni mortalidad entre tratamientos. La tasa de crecimiento mostró correlaciones negativas con la longitud de los bivalvos y con la temperatura; además se encontraron correlaciones positivas con MOP y la salinidad. La mortalidad mensual mostró una correlación positiva y significativa con el número de gasterópodos Cymatidae y cangrejos Portunidae y Xanthidae. Esta especie presenta características que la hacen propicia para el cultivo en la zona: tiene una importante fuente de semilla natural, alta tasa de crecimiento y aunque su mortalidad es afectada por depredadores cymátidos y portúnidos, su vulnerabilidad a estos se minimiza a tallas superiores a 100 mm (3 meses de cultivo intermedio).

**PALABRAS CLAVE:** *Pinna carnea*, hachas, cultivo de bivalvos, moluscos, depredación, Caribe, Colombia.

### ABSTRACT

Spat collection and growth experiments were carried out between September/1994 and November/1995 with the purpose of determining the biological and technical feasibility of culturing the pen shell *Pinna carnea* (Mollusca: Bivalvia) in the Santa Marta region. A total of 125 seeds/collector was obtained using artificial collectors of the «curtain» type held in the water for 10 weeks at 5 and 10 m of depth. The seeds obtained were cultured on «pearl nets» held at 9 m and at two densities, 10 and 20 % of the net bottom coverage. Shell growth, survival, and number of predators per pearl net were assessed monthly, along with data on water temperature, salinity, and concentrations of total (MPT) and organic (MOP) seston. After 11 months of culture, the bivalves attained average lengths of 167.5 and 156.5 mm at densities of 10 and 20 %, respectively. No significant differences in growth or survival were detected between treatments. Significant negative correlations were found between growth rates, their size (length) and water temperature, and positive with salinity and MOP in the water. Mortality of *P. carnea* was positively and significantly correlated with the number and sizes of both cymatid gastropods and crabs (portunid and xantid). The pen shell has positive features for culture in the area: the seed is relatively abundant and easy to collect, size and growth rate are high and despite early survival is depleted by predators, its vulnerability is low once the shells attain 100 mm in length.

**KEY WORDS:** *Pinna carnea*, pen shell, bivalve culture, mollusks, predation, Caribbean, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

*Pinna carnea* es un bivalvo tropical que siempre vive enterrado verticalmente en sustrato blando con suficiente grava por debajo de éste, la cual provee un anclaje para las fibras del biso (Yongue, 1953). Esta especie se distribuye a lo largo del Atlántico occidental, desde el sur de Florida hasta Brasil (Abbott, 1974). Normalmente se encuentran en aguas someras del submareal e intermareal (Yongue, 1953; García-Valencia, 1997). En el Caribe colombiano esta especie es explotada ocasionalmente por pescadores artesanales que usan su carne como alimento, mientras que su concha es empleada para hacer artesanías y ungüentos de nácar con propiedades cicatrizantes que son comercializadas a nivel local.

Aunque la acuicultura de moluscos no es una actividad desarrollada en el Caribe colombiano, podría ofrecer buenas oportunidades económicas y sociales para las comunidades rurales allí asentadas. Los moluscos bivalvos son considerados una fuente de proteína animal de considerable valor alimenticio, su cultivo puede realizarse a cualquier escala comercial o familiar, pues no requiere de una alta inversión ni tecnología ya que estos organismos se alimentan de seston y su capacidad de movimiento es mínima. Adicionalmente, en las aguas del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), los juveniles de esta especie han sido colectados con relativa facilidad y en cantidades importantes empleando colectores artificiales (Uribe, 1996; Castellanos-Romero, 1997).

Los pínidos despiertan interés económico por el mercado internacional aceptable del músculo y su precio competitivo (Philipson, 1989). No obstante, han sido pocos los países que han incursionado en su cultivo (Baqueiro y Castagna, 1988). En Japón se cultiva *Atrina japonica* desde el año 746 a. C. empleando balsas (Cahn, 1949) y en México se han realizado cultivos a nivel experimental y piloto de *P. rugosa* y *A. maura* usando sistemas suspendidos y encierros de fondo (Cendejas *et al.*, 1985; Arizpe y Felix, 1986; Arizpe, 1987; Arizpe, 1995). En cuanto a estudios ecológicos sobre *Pinna*, éstos han sido llevados a cabo en Australia y China para *P. bicolor* (= *P. atropurpurea*) (Butler, 1987; Wu, 1983), y en Colombia para *Pinna* y *Atrina* (García-Valencia, 1997). Este último estudio encontró que

*P. carnea* es una especie iterópara, hermafrodita protándrica y que desova especialmente entre los meses de julio y noviembre.

El crecimiento y mortalidad de los bivalvos es afectado principalmente por factores como: temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, cantidad y calidad de alimento. El rango óptimo para cada uno de estos factores varía con la especie, cuando los valores son muy altos o bajos la tasa de crecimiento declina y cuando llegan a ser extremos ocasionan la muerte (Numaguchi y Tanaka, 1986 a y b; Lodeiros *et al.*, 1993). Estrechamente relacionados con estos, hay otras variables técnicas que afectan el crecimiento y la mortalidad de los bivalvos cultivados: densidad, profundidad, localidad y arte de cultivo (Avendaño y Cantillán, 1989; Gervis y Sims, 1992; Parsons y Dadswell, 1992). Adicionalmente, la depredación, presencia de organismos adherentes e infestación de parásitos aumentan dramáticamente la mortalidad de los bivalvos (Gervis y Sims, 1992).

El presente estudio se llevó a cabo para contribuir a la determinación de la factibilidad biológica y tecnológica del cultivo de las hachas en la zona norte del Caribe colombiano. Para ello se estimaron parámetros de crecimiento y mortalidad en condiciones de cultivo suspendido y su relación con variables como la densidad, depredación, temperatura del agua, salinidad, seston total y orgánico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para captar las postlarvas del medio natural, se instaló un total de 540 colectores artificiales a profundidades entre 5 y 10 metros por un período de 10 semanas en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) que se ubica en el Distrito de Santa Marta, zona Norte del Caribe colombiano. El tipo de colector empleado fue uno de «cortinas», que consiste en 3 bolsas cebolleras (mallas de polietileno de 80 x 30 cm y ojo de malla de 0.8 cm.) una dentro de otra, sostenidas por sus extremos superior e inferior con tubos de PVC.

Los juveniles obtenidos fueron distribuidos en «redes perleras» (35 x 35 x 25 cm y ojo de malla 0.15 - 0.8 cm) a densidades de 100 y 200 juv/red por triplicado. Estos números equivalen a cobertu-

ras del fondo de la red del 10 y 20% respectivamente, asumiendo que el área de cada individuo es la de un triángulo equilátero ( $\text{longitud}^2 / 4$ ) y que la superficie disponible de la red es de  $1225 \text{ cm}^2$ . Las redes fueron suspendidas a 9 m de profundidad en la estación de cultivo en Bahía Gayraca, PNNT ( $11^\circ 20' \text{ N}$  y  $74^\circ 09' \text{ W}$ ), por un período total de 11 meses (diciembre/94-noviembre/95). Mensualmente se ajustó la densidad de cada red y se midió el crecimiento en longitud de la concha mediante un calibrador (precisión 0.1 mm); se registró la mortalidad y número de organismos depredadores de las diferentes familias encontrados en cada red perlera. Se monitoreó continuamente la temperatura (cada 24 minutos), empleando un termógrafo electrónico (HOBO, Onset systems, precisión  $0.1^\circ \text{C}$ ). Quincenalmente se midió la salinidad mediante un refractómetro y la concentración de seston total (MTP: mg/l) y orgánico (MOP: mg/l y %) siguiendo la metodología descrita por Strickland y Parsons (1972).

Para determinar el efecto de los tratamientos de densidad sobre la longitud, tasa de crecimiento y mortalidad de las hachas en los diferentes meses se hicieron análisis de varianza a dos vías, previa confirmación de normalidad y homogeneidad de varianzas. Para analizar el mismo efecto sobre el número de depredadores, se hizo un análisis de varianza no paramétrico a una vía. Finalmente, se realizaron análisis de correlación de Spearman para establecer la existencia de correlaciones entre tasas de crecimiento, mortalidad, parámetros fisicoquímicos y número de depredadores por red. Para todas las decisiones de significancia se usó un alfa ( $\alpha$ ) de 0.05. Los cálculos estadísticos se realizaron empleando el programa SAS 6.1.

## RESULTADOS

El promedio mensual de la temperatura del agua en la estación de cultivo varió entre  $24.1^\circ \text{C}$  en Enero y  $28.6^\circ \text{C}$  en Octubre (Figura 1A). La salinidad fluctuó entre 37 durante la época seca (Diciembre a Febrero) y 35 en la de lluvias (octubre). La concentración de seston total presentó

valores entre 2.2 mg/l en diciembre/94 y 0.29 mg/l en septiembre/95 (Figura 1B), el seston orgánico estuvo entre 0.78 mg/l en diciembre/94 y 0.09 mg/l en agosto/95, mientras que el porcentaje orgánico del seston varió entre 14 % en octubre y 58 % en septiembre/95.

Se capturaron en promedio 30 juveniles de hachas en cada colector ( $125 \text{ juveniles/m}^2$ ) con una longitud media de 26.7 mm. Luego de 11 meses de cultivo alcanzaron longitudes de 167.5 y 156.5 mm en los tratamientos de densidad 10 % y 20 % (Figura 2A), pero no se hallaron diferencias significativas entre ellas ( $p > 0.126$ ). La tasa de crecimiento tampoco difirió entre las dos densidades ( $p > 0.293$ ), siendo el promedio  $0.42 \text{ mm/día}$  para los 11 meses de cultivo. La tasa de crecimiento de las hachas se correlacionó significativamente de forma negativa con la longitud y la temperatura del agua, y de forma positiva con la salinidad y la cantidad de MOP (Tabla 1). La mayor mortalidad mensual ocurrió en el período Diciembre/94 a Marzo/95 (91 %), tras lo cual las mortalidades fueron muy bajas e incluso 0 % en los meses de Mayo y Julio (Figura 2B). Los gasterópodos *Cymatium pileare*, *C. cingulatum*, *C. nicobaricum* (Cymatiidae) fueron los depredadores más frecuentes y persistentes en el tiempo (Figura 2B), los cangrejos Portunidae (*Cronius ruber* y *Charibdys helleri*) y Xanthidae (*Pilumnus floridanus* y *P. dasypodus*) se presentaron en importantes cantidades en los meses de Febrero y Marzo mientras que los Majidae (*Macrocoeloma sp.*, *Microphrys antillensis*, *Mithrax pleuracanthus*, *Stenorhynchus seticornis* y *Podochela gracilipes*) se presentaron principalmente en Marzo. Después de Agosto no se observó ningún predador en las redes. No se encontraron diferencias significativas entre la mortalidad ( $p > 0.717$ ) y el número de depredadores ( $p > 0.288$ ) entre tratamientos de alta y baja densidad. Se detectaron correlaciones positivas significativas entre la mortalidad mensual y la frecuencia de depredadores cymátidos, portúnidos y xántidos (Tabla 1). De otro lado, se verificaron correlaciones negativas significativas entre la mortalidad, la temperatura y la talla de las hachas.

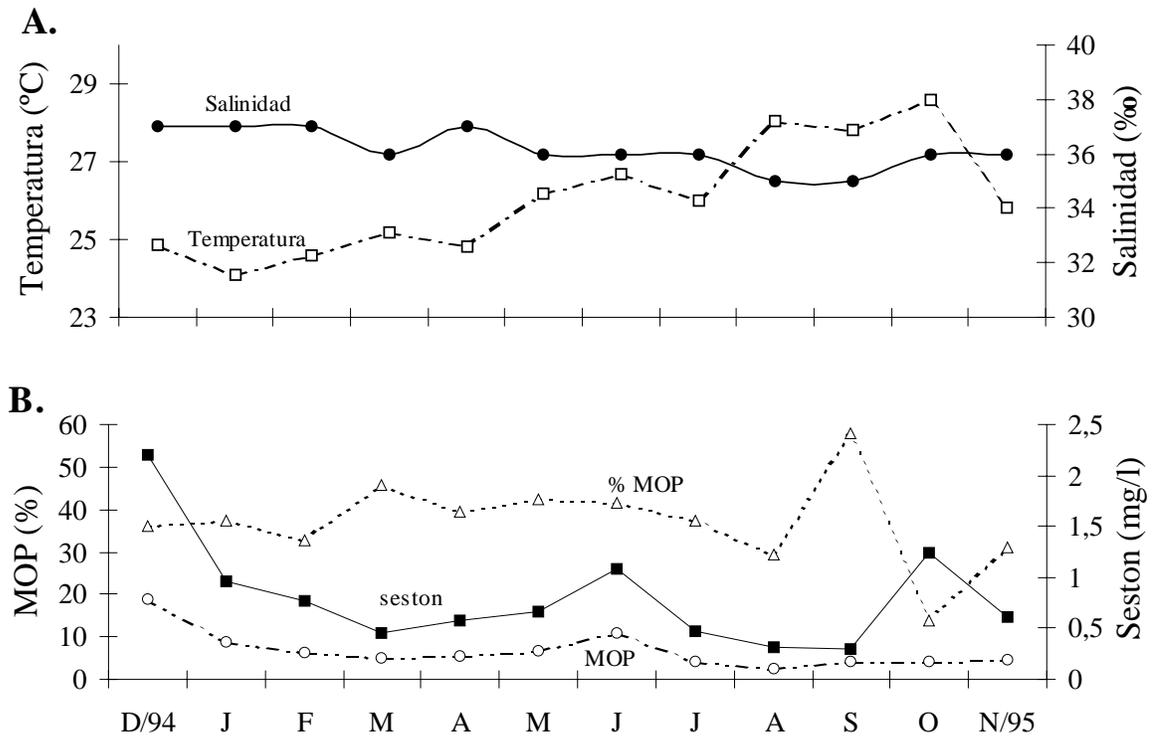


Figura 1. Parámetros fisicoquímicos en la estación de cultivo en Bahía Gayraca. A. Temperatura y salinidad y B. Concentración de seston total (MTP), orgánico (MOP), y porcentaje de materia orgánica (%MOP).

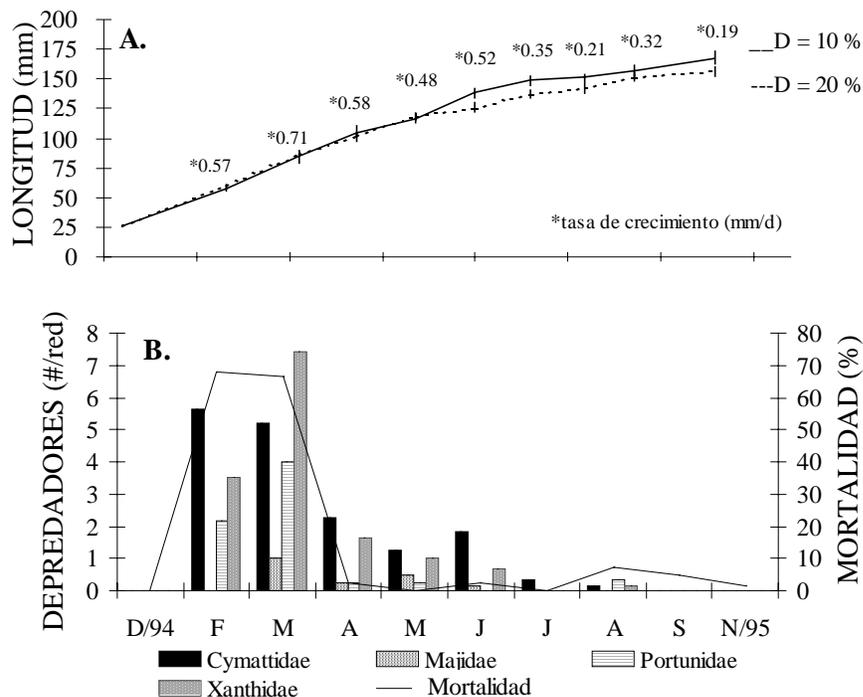


Figura 2: A. Crecimiento en longitud de la concha de *Pinna carnea* cultivada en «redes perleras» a densidades (D) de 10 y 20 %. B. Número de depredadores por red de cultivo y de mortalidad mensual de *Pinna carnea*. Las líneas verticales representan el error estándar de las medias.



Tabla 1. Análisis de correlación de Spearman  $R^2$  Prob> $R^2$  bajo  $H_0:R^2 h_0=0$  N = 18, las variables fisicoquímicas y el número de depredadores por red de cultivo. Comparaciones significativas a los niveles  $P<0.05^*$ ,  $P<0.001^{**}$  y  $P<0.0001^{***}$

Coeficientes de correlación de Spearman $R^2$ Prob> $R^2$ bajo $H_0:R^2 h_0=0$ N = 18		
	Tasa de crecimiento (mm/día)	Mortalidad (%)
Temperatura (°C)	-0.81851 <sup>***</sup>	-0.56404 <sup>*</sup>
MTP (mg/l)	0.23507	0.31227
MOP (mg/l)	0.47197 <sup>*</sup>	0.41531
MOP (%)	0.23502	0.7274
Salinidad (‰)	0.5841 <sup>*</sup>	0.34531
Longitud bivalvos (mm)	-0.77332 <sup>**</sup>	-0.78901 <sup>***</sup>
Cymatiidae (#/red)	0.45441	0.58154 <sup>*</sup>
Majidae (#/red)	-0.07317	0.09681
Portunidae (#/red)	0.57703 <sup>*</sup>	0.85636 <sup>***</sup>
Xanthidae (#/red)	0.55624 <sup>*</sup>	0.79669 <sup>***</sup>

## DISCUSIÓN

Los menores valores de temperatura entre diciembre/94 y mayo/95 junto con las altas salinidades, MTP y MOP, fueron el resultado del fenómeno de surgencia de agua profunda ocasionada por los vientos alisios que ha sido ampliamente descrito para el área durante esta época del año (Bula 1985; Díaz, 1990; Garzón y Cano, 1991). Las asociaciones encontradas entre temperatura, salinidad y MOP en el agua con las tasas de crecimiento y mortalidad de *P. carnea* difieren de lo encontrado por García-Valencia (1997), quien hizo un seguimiento del crecimiento y mortalidad de varias cohortes de *P. carnea* en el medio natural y no halló correlaciones significativas con los parámetros fisicoquímicos mencionados. De otro lado, Arizpe (1995) encontró mayores tasas de crecimiento en concha y producción de *P. rugosa* en una zona con temperaturas y salinidades mayores a lo largo de todo un año. Es posible que las relaciones encontradas en este estudio sean debidas a una coincidencia entre las tendencias de dichos parámetros fisicoquímicos (menor temperatura y mayores salinidad y MOP entre diciembre y junio) con el patrón normal del desarrollo de una cohorte de organismos, el cual típicamente se caracteriza por tener mayores tasas intrínsecas de

crecimiento y mortalidad en edades tempranas (Tabla 1).

La similitud en longitud, tasa de crecimiento, mortalidad y abundancia de depredadores en las redes de *P. carnea* cultivada a densidades de 10 y 20 % de cobertura indica que no ocurrió una competencia diferencial por factores como espacio o explotación de recursos como seston u oxígeno entre las dos densidades probadas. Resultados similares fueron obtenidos para *Pinna rugosa* en México al comparar densidades de 40 y 160 ind/m<sup>2</sup> lo que equivale al 40 y 160 % de cobertura con individuos de 200 mm de longitud (Arizpe y Félix, 1986). No obstante, varios estudios realizados con otras especies de bivalvos han demostrado relaciones negativas entre el crecimiento y la densidad, tanto con pectínidos (Akaboshi y Illánés, 1983; Widman y Rhodes, 1991; Walker, 1991; Parsons y Dadswel, 1992) como con ostras (Holliday *et al.*, 1990) y mitílidos (Van Erkom y Griffiths, 1993).

Las correlaciones positivas significativas entre la mortalidad mensual de *P. carnea* y el número de depredadores de las familias Cymatiidae, Portunidae y Xanthidae en las redes de cultivo (Tabla 1), junto con el hecho de que las hachas muertas

presentaban señales de haber sido depredadas (valvas rotas e infestación), apuntan a que éstos fueron responsables de una parte importante de la mortalidad de las hachas. Los Cymatiidae son ampliamente conocidos en zonas tropicales por ser importantes depredadores de bivalvos en el medio natural y en cultivo. Aparentemente estos gastrópodos llegan a las redes de cultivo en estado larval, se ubican en el margen posterior de la concha e insertan su probóscide en la apertura de las valvas secretando un fluido ácido que paraliza a la víctima (Thangavelu y Muthiah, 1983; Chellam *et al.*, 1983). En cuanto a los portúnidos, se caracterizan por poseer unos fuertes quelípedos que les permite destrozarse el margen antero-dorsal de la concha de los bivalvos, especialmente de tallas menores. Alagarswami (1983) registró al portúnido *Charybdis sp.* como causante de mortalidades importantes de *Pinctada fucata* en India. Los xántidos han sido registrados como omnívoros y carroñeros facultativos que además consumidores de diatomeas y algas (Williams, 1984). La falta de correlación entre la abundancia de májidos en las redes de cultivo y la mortalidad de las hachas (Tabla 1), así como sus hábitos omnívoro y carroñero oportunista (Williams *op cit.*) y la pobre dotación para romper conchas (quelípedos pequeños), sugieren que su presencia en las redes responde más a la disponibilidad de otro tipo de alimento y de refugio.

Entre mayor es la talla de *P. Carnea*, la vulnerabilidad a la depredación aparentemente disminuye (Tabla 1); una vez que alcanzaron una longitud aproximada de 100 mm (3 meses de cultivo intermedio), su mortalidad fue prácticamente nula, pese a que se presentaron depredadores en las redes de cultivo (Figura 2B). Cuando alcanzaron longitudes superiores a 150 mm (Septiembre), ni siquiera se encontraron depredadores en las redes con hachas a pesar de que seguían siendo muy abundantes en redes de cultivo con otras especies de bivalvos (*Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus*) (Velasco, 1996; Velasco y Borrero, 1996). Una medida que se debe adoptar para disminuir la alta mortalidad al inicio del cultivo es la recolección manual de depredadores con una frecuencia quincenal, esta acción coincidió con menores tallas de depredadores capturados y menor mortalidad instantánea de otras especies bivalvos de la zona como *P. imbricata* y *P. colymbus*, pese a que

la abundancia de cymátidos fue alta (Velasco, 1996).

Las redes perleras resultan un método apropiado para el cultivo intermedio de *P. carnea*. No obstante, cuando éstas tienen longitudes mayores a 100 mm, la capacidad de carga de las redes perleras es muy baja (10 ind/red). Sería apropiado entonces evaluar otro método de cultivo final de mayor capacidad, como linternas. Los encierros de fondo no se recomiendan ya que se ha observado una alta mortalidad de las hachas en tales sistemas debido a la depredación (pulpos, langostas y gastrópodos) y a el sepultamiento del cual son objeto cuando ocurren fenómenos de incremento en la dinámica del oleaje («mar de leva») (Thorsson, 1980; García-Valencia, 1997).

Durante el cultivo intermedio de *P. carnea* (primeros 4 o 5 meses), la estrategia de ajustar la densidad de las redes con el fin de mantener un porcentaje de cobertura determinado resulta más apropiada que mantener un número fijo y bajo de especímenes en cada red. La alta vulnerabilidad de las hachas a los depredadores en esta etapa hace necesaria la frecuente revisión de las redes para la eliminación de éstos (cada 15 días) y, estando distribuidas en un menor número de redes de cultivo, se facilita esta labor. Para la etapa final, en cambio, la estrategia de mantener un número fijo y bajo de hachas en cada red resultaría técnicamente más conveniente, ya que la vulnerabilidad a los depredadores parece mínima y la revisión de las redes puede ser poco frecuente (cada 2 meses), no representando mayor esfuerzo mantener varias estructuras de cultivo.

Las hachas obtenidas al finalizar este estudio, con longitudes de concha de 160 mm, corresponden a animales con alrededor de 8 g de carne de los cuales 0.6 g corresponden al músculo abductor (García-Valencia, 1997). Es decir que para producir una libra de carne de hacha a los 11 meses de cultivo se requeriría de 63 animales y para el caso de querer comercializar los músculos, se necesitaría de 625 animales. Estos valores reflejan una baja eficiencia de producción e indican que es necesario prolongar la fase de engorde ya que si bien es cierto el crecimiento en concha se disminuye en estas tallas, su incremento en peso pasa a ser importante (García-Valencia *op cit.*)

Al comparar los resultados de este estudio con los realizados con pínidos que se cultivan de forma piloto y comercial en otros países (Tabla 2), es posible afirmar que el cultivo de *P. carnea* tiene un alto potencial biológico y tecnológico en el Caribe colombiano, ya que existe una alta oferta de semilla en la

región especialmente entre octubre y enero (Uribe, 1996; Castellanos-Romero, 1997), la tasa de crecimiento es alta y, aunque durante el cultivo intermedio la mortalidad por depredación es alta, esta puede ser controlada mediante extracción manual, y en la etapa de cultivo final resulta mínima.

Tabla 2. Comparación de los números de juveniles captados en colectores artificiales y de la tasa de crecimiento de *Pinna carnea* con los estimados a partir de registros para especies similares. JC = juveniles captados en colectores, TC = tasa de crecimiento, t = Período de duración del estudio

JC (#/m <sup>2</sup> )	TC (mm/día)	t (meses)	Condición	Fuente	Especie
	0.55	12	Natural	Butler y Brewster (1979), Australia	<i>Pinna bicolor</i>
	0.5	12	Natural	Wu, (1983) China	<i>Pinna atropurpurea</i>
46	0.125 - 1.14	2	Cultivo suspendido	Cendejas <i>et al.</i> (1985) México	<i>Pinna rugosa</i>
	0.47	12	Cultivo suspendido	Arizpe y Félix (1986) México	<i>P. rugosa</i>
90				Arizpe (1987), México	<i>P. rugosa</i>
	0.5	12	Natural	Butler (1987) Australia	<i>P. bicolor</i>
	0.3	20	Cultivo suspendido	Arizpe (1995) México	<i>P. rugosa</i>
	0.41	20	Cultivo de fondo		
30	0.6	3	Colectores	Knuckey (1995) Australia	<i>P. bicolor</i>
	0.25	13	Natural	García-Valencia, (1995) Colombia	<i>Pinna carnea</i>
125	0.42	11	Cultivo suspendido	Este estudio Colombia	<i>P. carnea</i>

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto Colciencias 21050902893. Deseamos agradecer muy especialmente al Invemar por su apoyo institucional y logístico, a los miembros del grupo de cultivo de bivalvos y al PNNT por permitirnos realizar esta investigación en Bahía Gayraca. Finalmente agradecemos a Juan Manuel Díaz y a Horacio Rodríguez por sus valiosos aportes al manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, R.T. 1974. American Seashells. The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America. Second edition. Van Nostrand Reinhold, 663p.
- Akaboshi, S. y J.E. Illán. 1983. Estudio experimental sobre la captación, pre-cultivo, y cultivo, en ambiente natural de *Chlamis (Argopecten) purpurata*, Lamarck 1819, en Bahía Tongoy, IV región, Coquimbo. Symp. Int. Avances y perspectivas de la Acuicultura en Chile, Coquimbo, Chile, 26-30 Sept. 1983.

- Alagarswami, K. 1983. A critical review of progress and problems of pearl culture in India. Proc. Symp. Coastal Aquaculture, Cochin (1980), Part 2, Molluscan culture, 574-583.
- Arizpe, O. 1987. Reclutamiento y mortalidad de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en condiciones semicontroladas en Bahía de La Paz, México. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 14 (2): 249-254.
- Arizpe, O. 1995. Mortality, growth and somatic secondary production of the bivalve, *Pinna rugosa* (Sowerby) in suspended and bottom culture in Bahía de La Paz, México. Aquaculture Res., 26: 843-853.
- Arizpe, O. y R. Félix. 1986. Crecimiento de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en la Bahía de La Paz, México. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 13 (2):167-172.
- Avendaño, M. y M. Cantillán. 1989. Comparación del crecimiento de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en sistemas de cultivo suspendido, en la bahía de Mejillones del Sur, Chile. Inf. Técn. Pesq. 153: 3-16.
- Baqueiro, E. y M. Castagna. 1988. Fishery and culture of selected bivalves in Mexico: past, present and future. J. Shellfish Res., 7 (3): 433-443.
- Bula, G. 1985. Un núcleo nuevo de surgencia en el Caribe colombiano detectado en correlación con las macroalgas. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 9: 17-44.
- Butler, A.J. 1987. Ecology of *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca: Bivalvia) in Gulf St. Vincent, South Australia: density, reproductive cycle, recruitment, growth and mortality at three sites. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 38: 743-769.
- Butler, A.J. y F.J. Brewster. 1979. Size distributions and growth of the fan-shell *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca: Eulamellibranchia) in South Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 30: 25-39.
- Cahn, A.R. 1949. Pearl culture in Japan. US Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Fishery Leaflet , 357. 91p.
- Castellanos-Romero, C. 1997. Fijación de postlarvas (semilla) de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano (segunda parte). Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina, Santa Marta, 139p.
- Cendejas, J.M., M.G. Carvallo y L.M. Juárez. 1985. Experimental spat collection and early growth of the pen shell, *Pinna rugosa* (Pelecypoda: Pinnidae), from the Gulf of California. Aquaculture 48: 331-336.
- Chellam, A., T.S. Vblayudhan , S. Dharmaraj, A.C.C. Victor y A.D. Gandhi. 1983. A note on the predation on pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) by some gastropods. Indian J. Fish., 30(2): 337-339.
- Díaz, J.M. 1990. Estudio ecológico integrado de la zona costera de Santa Marta y Parque Nacional Tayrona. Informe final, Programa Ecosistemas Marinos-INVEMAR, Santa Marta. 439p+ anexos.
- García-Valencia, C. 1997 Biología, ecología y aspectos de cultivo de la hacha *Pinna carnea* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia, Pinnidae) en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina, Santa Marta, 109p.
- Garzón, J y M. Cano. 1991. Tipos, distribución extensión y estado de conservación de los ecosistemas marinos y costeros del Parque Nacional Natural Tayrona. Manusc. VII Concurso Nal. Ecol., FEN Colombia, Bogotá, 82p + anexos.
- Gervis, M.H. y N.A. Sims. 1992. The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae). ICLARM Studies y Reviews 21. Philippines, 42p.
- Holliday, J.E., G.B. Maguire y J.A. Nell. 1990. Optimum stoking density for nursery culture of Sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*). Aquaculture, 96: 7-16.
- Knuckey, I.A. 1995. Settlement of *Pinctada maxima* (Jameson) and other bivalves on artificial collectors in the Timor sea, northern Australia. J. Shellfish Res., 14(2): 411-416.
- Lodeiros, C. y J.H. Himmelman. 1994. Relationships among environmental conditions and growth of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture in the Gulf of Cariaco, Venezuela. Aquaculture, 119: 345-358.
- Numaguchi, K. y Y. Tanaka. 1986a. Effects of salinity on mortality and growth of the spat of the pearl oyster *Pinctada fucata martensii*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, 9: 41-44.
- Numaguchi, K. y Y. Tanaka. 1986b. Effects of the temperature on mortality and growth of the spat of the pearl oyster *Pinctada martensii*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture 9: 35-39.

- Parsons G.J. y M. Dadswell. 1992. Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Aquaculture*, 103: 291-309.
- Philipson, P.W. 1989. The Marketing and processing of pearl shell in South Korea Taiwan and Japan. In: Philipson.P.W. (ed), *The Marketing of Marine products from the South Pacific*. Institute of Pacific Studies, University of South Pacific, Suva, Fiji, 224-238.
- Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis, 2nd. ed. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 167, 310p.
- Thangavelu, R. y P. Muthiah. 1983. Predation of oyster *Crassostrea madasensis* by gastropod *Cymatium cingulatum* (Lamarck) in the oyster farm at Tuticorin. *Proc. Symp. Coastal Aquaculture, Cochín* (1980) Part 2: Molluscan culture: 488-494.
- Thorsson, W. 1980. Observations on Hawaii's *Pinna* population. *Hawaiian Shell News*, 37 (7): 1, 14 y 15.
- Uribe, A.M. 1996. Captación de postlarvas de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis de pregrado Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 143p.
- Van Erkom, C.E. y C.L. Griffiths. 1993. Factors affecting relative rates of growth in four south african mussel species. *Aquaculture*, 109: 257-273.
- Velasco, L.A. 1996. Crecimiento y supervivencia de las ostras perlíferas *Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus*, y del hacha *Pinna carnea* en cultivo suspendido, Santa Marta, Colombia. Tesis de pregrado Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 118p.
- Velasco L.A. y F.J. Borrero. 1996. Cultivo experimental de la ostra perlífera alada *Pteria colimbus* (Bivalvia: Pteriidae) en el Caribe colombiano. En: *Acuicultura en Latinoamérica, comunicaciones cortas* (ed: Silva A. y G.Merino). IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Coquimbo, 15 - 18 Octubre 1996: 224-231.
- Walker, R.L. 1984. Effects of density and sampling time on the growth of the hard clam, *Mercenaria mercenaria*, planted in predator -free cages in coastal Georgia. *The Nautilus*, 98 (3): 114-119.
- Widman J.C. y E.W. Rhodes. 1991. Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh nets. *Aquaculture*, 99: 257-267.
- Williams, A.B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press., Washington D.C., 550p.
- Wu, R.S.S. 1983. Some aspects of the ecology of *Pinna artropurpurea* Sowerby (Bivalvia: Pinnidae), with a note on the commensal pontonine shrimp *Anchistus custos* (Forsk.) (Hong Kong). *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on the Malacofauna of Hong Kong and Southern China*, 421-432.
- Yongue, C.M. 1953. Form and habit in *Pinna carnea* Gmelin. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, Series B., Biol. Sci.*, 648 (237): 335-374.

**FECHA DE RECEPCIÓN: 26/08/02**

**FECHA DE ACEPTACIÓN: 05/12/02**

**DIRECCIÓN DE LOS AUTORES:**

Instituto de investigaciones tropicales Intropic, Universidad del Magdalena. Santa Marta., Colombia. Fax 5754303621. E-mail: luza.velasco@unimag.edu.co. (LAVC). 45 Springfield Street # 2, Belmont, Massachusetts 02178, USA. (FJB).