

EFEECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE *NODIPECTEN NODOSUS* (BIVALVIA: PECTINIDAE) EN UN NUEVO ARTE DE CULTIVO*

Johann López-Navarro¹, Javier Gómez-León², Claudia Castellanos Romero² y Ernesto Acosta Ortiz²

¹ Universidad del Magdalena, Programa de Ingeniería Pesquera, Santa Marta, Colombia johann.lopez10@yahoo.es

² Instituto de Investigaciones Marinas y Costera-INVEMAR. A.A. Cerro Punta Betín, Santa Marta, Colombia. jgomezleon@invemar.org.co (J.G.L.); cmcastellanosr@hotmail.co(C.C.R.); e_acosta@invemar.org.co (E.A.O.)

RESUMEN

Como un aporte para determinar la factibilidad biológica y tecnológica del cultivo de *Nodipecten nodosus* en el Caribe colombiano, entre abril y noviembre de 2007 se evaluó el efecto de dos densidades de cobertura (30 y 50 %) sobre su crecimiento y supervivencia. En jaulas suspendidas en el mar a 5 m de profundidad se colocaron juveniles entre 60 y 65 mm de longitud. Se realizaron mediciones quincenales de la longitud de la concha y de la supervivencia. De igual manera se registró la temperatura, salinidad, seston total y materia orgánica particulada para determinar la relación presentada con estos factores; *N. nodosus* alcanzó una longitud de 84.7 y 87.9 mm a 30 y 50 % de densidad, respectivamente. Los tratamientos (30 y 50 %) no difirieron en la supervivencia, pero sí en el crecimiento. Se observó una relación directa de la tasa de crecimiento con la materia orgánica y el seston total. La supervivencia mantuvo una tendencia similar hasta julio en las dos densidades, presentando a su vez una relación directa con la materia orgánica particulada. Los resultados observados demuestran que *N. nodosus* puede soportar altas densidades, lo que permite tener un mayor aprovechamiento del arte de cultivo, aumentando así la productividad del mismo.

PALABRAS CLAVE: Crecimiento, Supervivencia, *Nodipecten nodosus*, Densidad, Caribe colombiano

ABSTRACT

Effect of the density on growth and survival of the scallop *Nodipecten nodosus* (Bivalvia: Pectinidae) in a suspended culture. As a contribution to determine the biological and technological feasibility of the culture of *N. nodosus* in the Colombian Caribbean, the effect of two cover densities (30 and 50 %) upon growth and survival was evaluated between April and November 2007. In cages suspended in the sea at 5 m depth juveniles between 60 and 65 mm length were placed. Shell lengths and survival were measured each 15 days. In the same manner, temperature, salinity, seston and particulate

*Contribución No. 1052 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR.

organic matter were measured in order to determine relationships with these factors; *N. nodosus* reached a length of 84.7 and 87.9 mm at densities of 30 and 50 %, respectively. Treatments affected growth but did not affect significantly survival. A direct relation between growth and organic matter and between growth and total seston were detected. Survival maintained a similar trend until July at both densities, presenting in turn a direct relation to particulate organic matter. Results demonstrate that *N. nodosus* presents a good development at high densities, which allow to have a greater utilization of the culture art, hence increasing its productivity.

KEY WORDS: Growth, Survival, *Nodipecten nodosus*, Density, Colombian Caribbean

INTRODUCCIÓN

Entre los moluscos, los bivalvos son considerados un grupo de gran importancia para la acuicultura marina porque muchas especies presentan un amplio mercado y un alto valor comercial (Maeda *et al.*, 1996; Valero *et al.*, 2000; Pereira y Ferreira, 2006). Una de estas especies es *Nodipecten nodosus*, que alcanza un tamaño entre 120 y 140 mm de longitud de la concha (Lodeiros *et al.*, 1998; Acosta *et al.*, 2000) y una coloración externa anaranjado vivo, rojo marrón o vino tinto (Díaz y Puyana, 1994). Este bivalvo hermafrodita (Román *et al.*, 2001) se distribuye por todo el Atlántico occidental desde Carolina del Norte hasta Brasil (Lodeiros *et al.*, 1998).

El crecimiento y la supervivencia son procesos poblacionales clave para determinar la viabilidad del cultivo de estos organismos. Estos procesos en los bivalvos se ven afectados por variables ambientales como la temperatura y la salinidad (Román *et al.*, 2001), la oferta y calidad del alimento, que es el principal factor que afecta la fisiología alimentaria de los organismos filtradores (Navarro, 2001). Todos estos factores se encuentran estrechamente relacionados con otros como la densidad, la profundidad, la localidad y el arte de cultivo (Freites *et al.*, 1995; Lodeiros *et al.*, 1998). Además con la presencia de depredadores (principalmente caracoles y cangrejos), así como la de bioincrustantes (algas y animales), que aumentan drásticamente su mortalidad (Freites *et al.*, 2000).

El cultivo de *N. nodosus* se ha llevado a nivel piloto en Venezuela, Brasil y Colombia (Gómez *et al.*, 1998; Lodeiros *et al.*, 1998; Acosta *et al.*, 2000; Pereira y Ferreira, 2006; Reiser y Manzini, 2007; Rupp *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007), basado en el modelo japonés, el cual fue desarrollado en la década de los años 60 del siglo pasado (Ventilla, 1982; Ito, 1991). Así mismo, se han basado en el modelo desarrollado en Chile y Perú, donde se cultiva *Argopecten purpuratus* a nivel comercial (Illanes, 1995; IMARPE, 2006).

A pesar de lo anterior, la aplicación de estos procesos de cultivo ha generado inconvenientes tanto de carácter biológico, como económico, ya que en

muchos casos se han visto afectados por las altas inversiones y la baja rentabilidad. Esto se debe a la falta de experiencia y a la mala aplicación de ciertos procesos biológicos y técnicos, haciendo necesaria la búsqueda de mejorar las técnicas de producción, y de esta forma convertirlo en un sistema de producción diferente y atractivo para las comunidades de pescadores e inversionistas del país, ofreciéndoles una oportunidad económica y social encaminadas a mejorar la calidad de vida mediante un aprovechamiento racional de los recursos.

En este estudio se investigó la factibilidad biológica y tecnológica del cultivo de *N. nodosus* en el Caribe colombiano, evaluando el crecimiento y la supervivencia en dos densidades (30 y 50 %) en cultivo suspendido, utilizando un nuevo arte que consistió en un diseño en cajas suspendidas a 5 m de profundidad. Así mismo, se evaluó la relación entre las variables biológicas y la disponibilidad de alimento, y fisicoquímicas, como temperatura y salinidad. Además de lo anterior, se determinó la presencia de depredadores durante el estudio.

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo en la bahía de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT; 11° 20'N, 74°10' W), la cual está ubicada sobre la costa al nororiente de la ciudad de Santa Marta en el Caribe colombiano (Figura 1). Sus costas son de arenas blancas y gruesas; su característica corresponde a la de una bahía bastante abierta, presentando algunas zonas protegidas (Wedler y Álvarez, 1989; Díaz, 1990). Además, presenta un régimen global de precipitaciones concentradas en dos períodos de lluvia, siendo la máxima entre septiembre y noviembre (Galvis, 1994). Estas precipitaciones se alternan con períodos secos, donde predominan los vientos Alisios (diciembre-abril) provenientes del nororiente, que generan una escasez de lluvias y un ambiente drásticamente seco (Márquez, 1982), donde predomina una surgencia local intensa de aguas de la masa subtropical sumergida (Bula, 1985), generada debido al hundimiento progresivo de la plataforma en el sentido este-oeste. Esto origina una menor homogenización de la columna de agua (Blanco, 1993) que, en algunos casos, producen surgencia de agua “fría” proveniente de 100-175 m de profundidad que hacen descender la temperatura marina superficial (a veces hasta 22 °C), a la vez que incrementa la salinidad hasta 38 y los niveles de nutrientes (Garzón y Cano, 1991). Durante los meses de abril a noviembre los Alisios son usualmente débiles y las lluvias pueden presentarse con mayor frecuencia, caracterizándose a su vez por el aumento de las temperaturas marinas superficiales (hasta 30 °C) y cargada de sedimento (Bula, 1985). Las lluvias locales pueden originar también importantes descargas fluviales a las bahías, contribuyendo con el incremento de la turbidez y disminución de la salinidad hasta menos de 34 en esta época (Garzón y Cano, 1991).

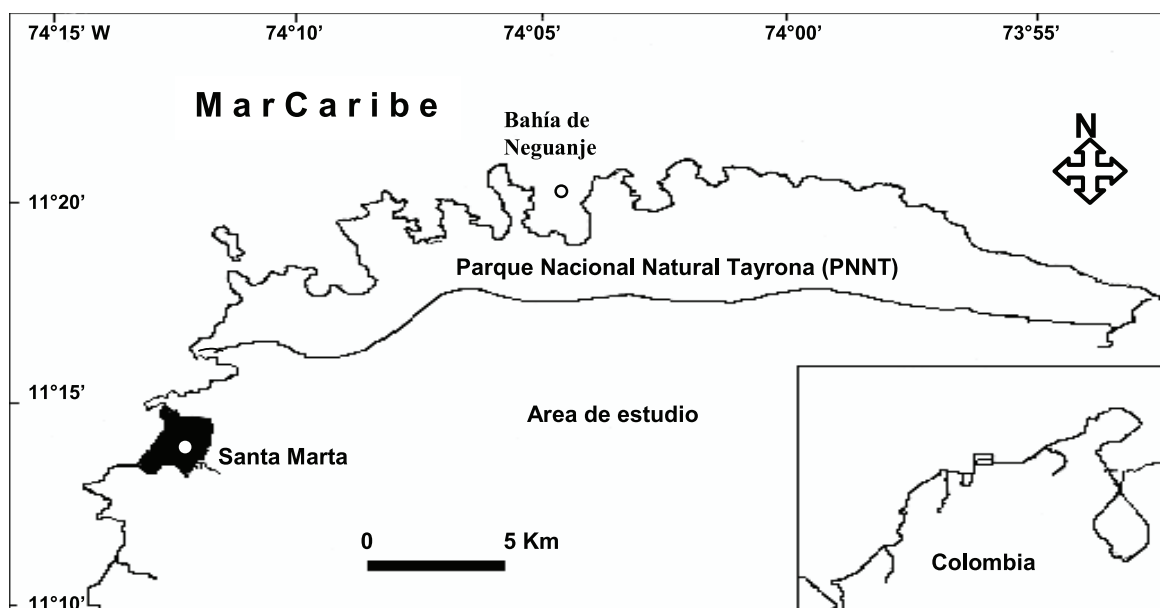


Figura 1. Área de estudio y ubicación de la estación de cultivo experimental de bivalvos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre abril y noviembre de 2007. Inicialmente, se capturaron juveniles con una longitud total entre 55 y 65 mm, provenientes del medio natural; se tomó la longitud anteroposterior de la concha de al menos 50 individuos al azar y de esta forma se ajustaron las siembras en el arte de cultivo a las densidades estudiadas. Los individuos seleccionados fueron distribuidos en cajas que tenían forma rectangular, compuestas por tres compartimientos, construidas en tubería de polivinilcloruro (PVC) de 2.3 cm y forradas con malla de nylon de 1 cm de ojo de malla (Figura 2). Cada compartimiento presentó una dimensión de 35 x 35 x 20 cm, y un área del fondo del arte de 1225 cm². Las cajas de cultivo fueron suspendidas a 5 m de profundidad, en un “long-line” de 100 m de longitud. Se establecieron dos tratamientos (densidades de 30 y 50 %) con dos réplicas y una de sustitución, en función de utilizar los ejemplares de ésta última para mantener la densidad a través del período de estudio, haciendo de cada una de las cajas una unidad muestral.

El crecimiento se determinó cada quince días, tomando la longitud anteroposterior de la concha a 10 ejemplares por unidad muestral con la ayuda de un calibrador de 0.1 mm de precisión. Se determinó la tasa de crecimiento absoluto mensual asumiendo que $TCA = \frac{A^f - A^i}{T^f - T}$, donde A corresponde a la longitud en (mm), T al tiempo (días) e i y f a los tiempos iniciales y finales, respectivamente (Reiser y Manzini, 2007). La supervivencia se estimó mediante el

recuento quincenal del número de ejemplares vivos por unidad muestral en cada densidad estudiada. Los organismos que se encontraron muertos en cada uno de los recuentos realizados fueron reemplazados por los de la caja de sustitución para mantener la densidad constante y estimación del crecimiento.

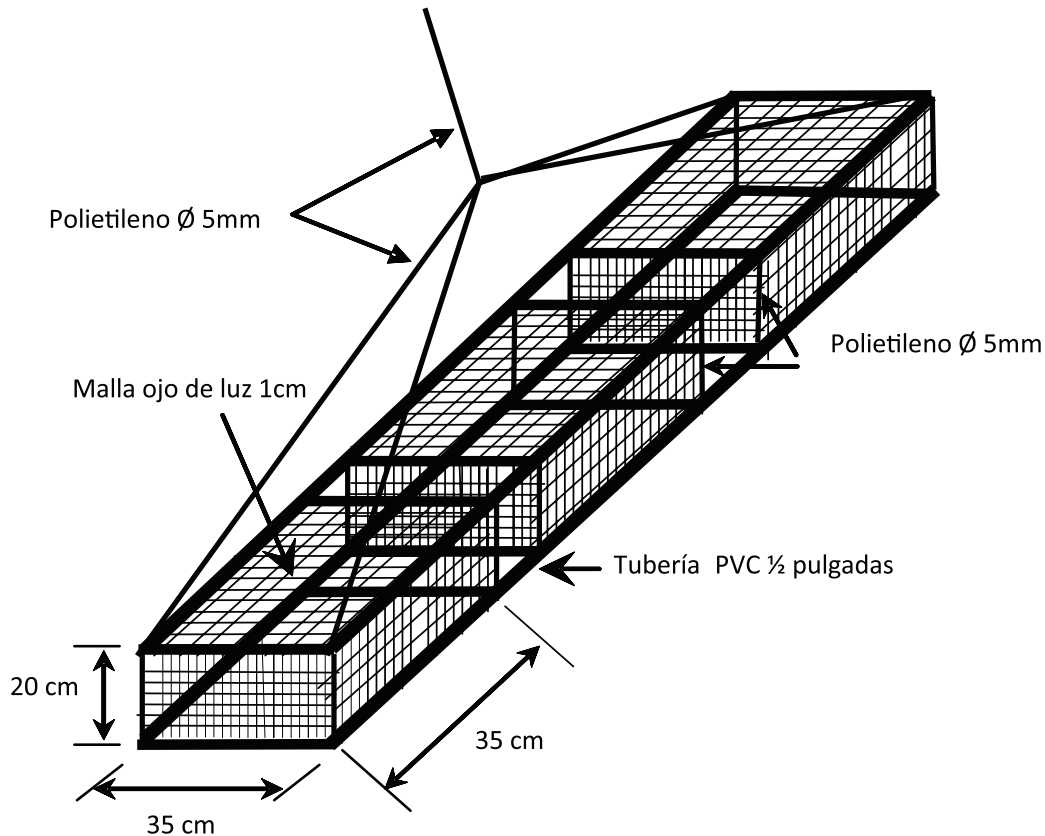


Figura 2. Diseño del arte de cultivo empleado en el experimento.

Cada 30 días se realizó la limpieza de las cajas y de las conchas de los organismos, donde se logró retirar los organismos bioincrustantes (algas y animales). La temperatura se registró una vez al día a la misma hora, con la ayuda de un termómetro manual de mercurio con precisión de 1 °C; la salinidad se tomó tres veces por semana mediante un refractómetro; y la disponibilidad de alimento fue medida como seston y materia orgánica particulada quincenalmente a través de muestras de agua (5000 mL), siguiendo la técnica descrita por Strickland y Parsons (1972). Además, se llevó a cabo el registro de la presencia de depredadores, para determinar el efecto que éstos causaban a la supervivencia de los organismos en cultivo.

Para determinar el efecto de la densidad sobre el crecimiento y la supervivencia de *N. nodosus* se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney,

dado que los datos no cumplieron con los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de los residuos. Se hizo un análisis para cada variable, usando como factor la densidad. Finalmente, se realizaron análisis de correlaciones de Pearson para comprobar la influencia de las variables ambientales sobre el crecimiento y la supervivencia de *N. nodosus* (Zar, 1984).

RESULTADOS

VARIABLES AMBIENTALES

Durante el período de estudio, la temperatura del agua en la estación de cultivo fluctuó entre 28.2 °C en abril y 29.6 °C en julio (Figura 3A); mientras que la salinidad osciló entre 34.5 en junio y 33.2 en noviembre (Figura 3A). La concentración del seston total presentó un valor máximo de 1.7 mg L⁻¹ en noviembre y un valor mínimo de 0.9 mg L⁻¹ en julio (Figura 3B); entre tanto la materia orgánica particulada registró valores de 0.96 mg L⁻¹ en noviembre y 0.42 mg L⁻¹ en julio.

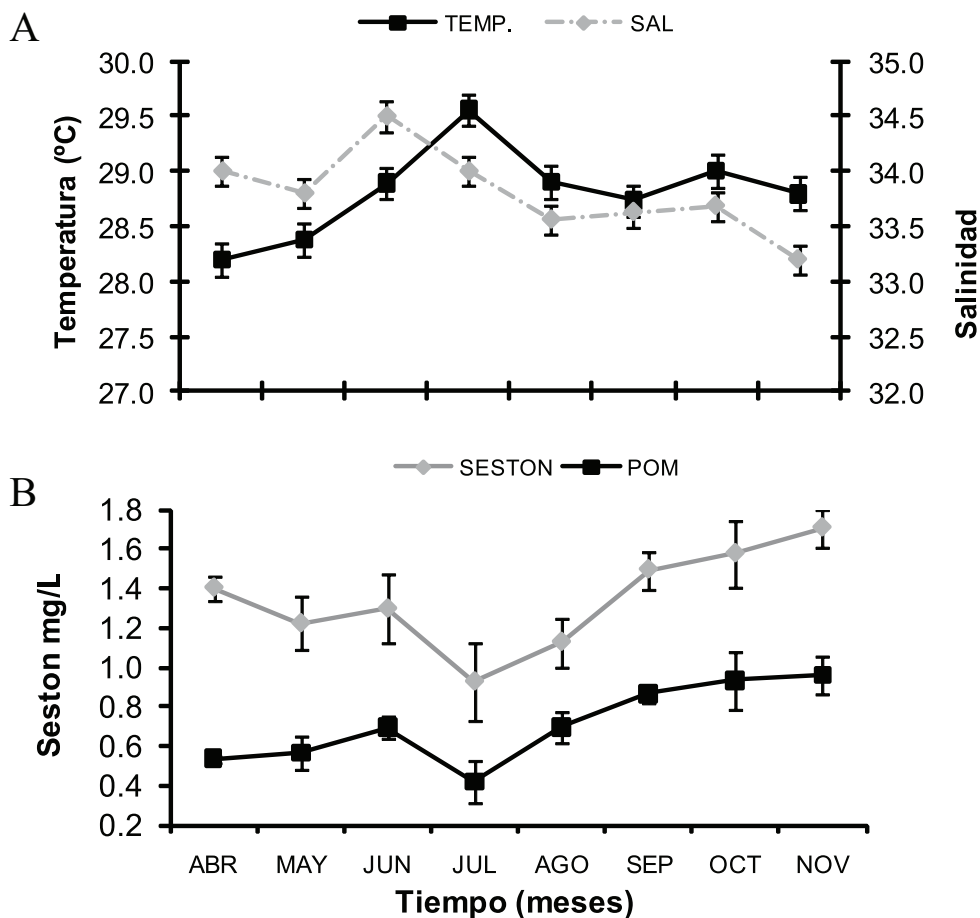


Figura 3. Variación de la temperatura y salinidad (A), seston total y materia orgánica particulada (B) en bahía de Neguanje entre abril y noviembre de 2008. La barra indica el error estándar.

Crecimiento

Al inicio del estudio, *N. nodosus* presentó una longitud media de 64.4 mm (± 3.9) y al final alcanzó 84.7 (± 0.86) y 87.9 mm (± 1.29) de longitud a 30 y 50 % de densidad de cobertura, respectivamente. Las tendencias en ambos tratamientos fueron similares, demostrando que la talla de los animales aumentó proporcionalmente durante el período experimental (Figura 4); sin embargo, las diferencias de longitud entre las densidades fueron significativas (Tabla 1), dado que los animales mantenidos a la densidad del 50 % de cobertura presentaron un mayor crecimiento. Por otro lado, se determinó una relación directa entre la longitud de ambas densidades con la materia orgánica particulada (Tabla 2).

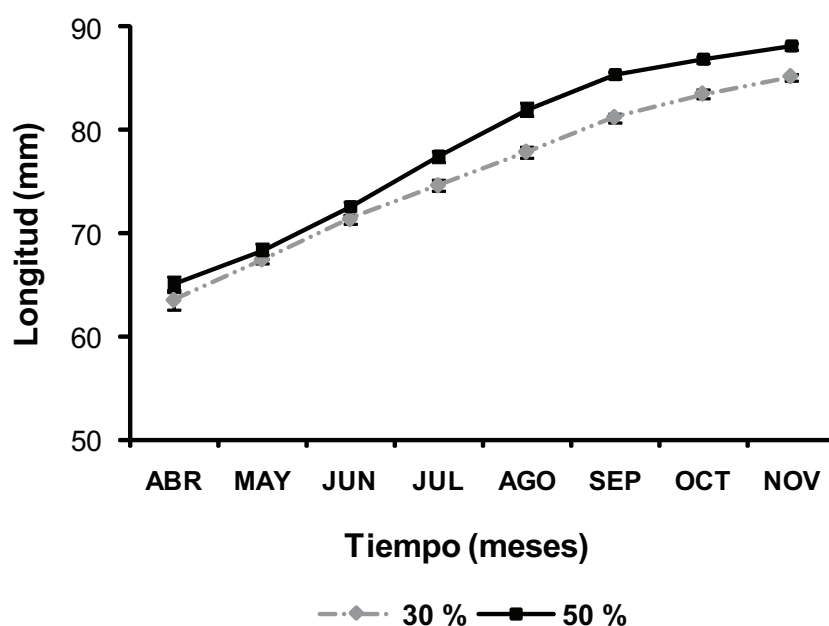


Figura 4. Crecimiento promedio mensual de la longitud de la concha de *Nodipecten nodosus* en cajas a densidad de 30 y 50 % de cobertura en bahía de Neguanje, entre abril y noviembre de 2008. La barra indica el error estándar.

Tabla 1. Prueba no paramétrica de Mann-Whitney aplicada para evaluar las diferencias de longitud, tasa de crecimiento y supervivencia entre las dos densidades. gl: grados de libertad; w: estadístico; p: nivel de significancia.

| Variable | Densidad % | n | Medias | Desviación estándar | gl | W | p |
|---------------------|------------|-----|--------|---------------------|----|---------|--------|
| Longitud | 30 | 280 | 75.84 | 7.04 | 1 | 69577.5 | 0.0001 |
| | 50 | 280 | 75.46 | 8.11 | | | |
| Tasa de crecimiento | 30 | 8 | 3.01 | 0.81 | 1 | 69.00 | 0.9591 |
| | 50 | 8 | 3.08 | 1.44 | | | |
| Supervivencia | 30 | 28 | 1.28 | 0.16 | 1 | 860.0 | 0.3082 |
| | 50 | 28 | 1.23 | 0.16 | | | |

Tabla 2. Correlación de Pearson. Relación del alimento (materia orgánica particulada: MOP y seston total) entre longitud, supervivencia y tasa de crecimiento. n= 8; p: nivel de significancia; r = coeficiente de correlación.

| Alimento | Variable | Resultado estadístico |
|-------------------|-------------------------|------------------------|
| MOP | Longitud 30% | r = 0.800 |
| | | p = 0.016 |
| | Longitud 50% | r = 0.780 |
| | | p = 0.022 |
| | Supervivencia 30% | r = -0.850 |
| | | p = 0.007 |
| Supervivencia 50% | r = 0.780 | |
| | p = 0.003 | |
| Seston total | Tasa de crecimiento 50% | r = 0.825 p = 0.006 |

Con respecto a la tasa de crecimiento, no se observaron diferencias entre las densidades (Tabla 1), dado que al final del período se observó una tasa de crecimiento promedio muy similar con 3.0 (± 0.81) y 3.1 mm mes⁻¹ (± 1.43) para las densidades del 30 y 50 %, respectivamente. La tasa de crecimiento observada por la densidad del 50 % se relacionó indirectamente con el seston total (Tabla 2); mientras que con el resto de variables ambientales no se presentó relación alguna.

Supervivencia

La supervivencia mantuvo una tendencia muy similar hasta julio, siendo al final del estudio mayor para los individuos mantenidos en el tratamiento con densidad del 30 %. La mayor mortalidad se presentó entre agosto y octubre para la densidad del 50 % (Figura 5); sin embargo, no se observaron diferencias en los porcentajes de supervivencia entre los tratamientos (Tabla 2). De las variables ambientales, sólo se observaron relaciones indirectas entre la supervivencia mensual de los tratamientos con la materia orgánica particulada (Tabla 2).

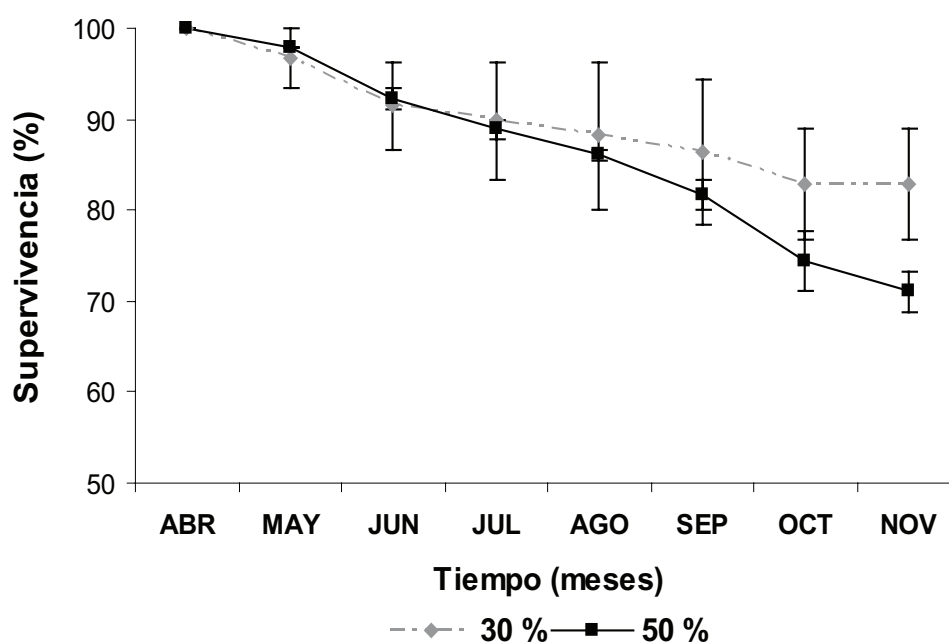


Figura 5. Supervivencia de *Nodipecten nodosus* cultivada a dos densidades (30 y 50 %) en bahía de Neguanje, entre abril y noviembre de 2008. La barra indica el error estándar.

DISCUSIÓN

Los valores registrados de temperatura no influyeron en el crecimiento y la supervivencia de *N. nodosus* durante el experimento. Estos resultados se asimilan a los documentados por Lodeiros *et al.* (1998) quienes evaluaron el crecimiento de la misma especie. Mientras que Freitas *et al.* (1999) observaron que los altos niveles de temperatura afectaron la susceptibilidad de *N. nodosus*, convirtiéndose en un factor adverso que disminuyó su crecimiento y causó mortalidades. Así mismo, Pereira y Ferreira (2006) observaron que temperaturas entre 13.7 y 22.7 °C inhibieron el crecimiento de esta especie en Brasil. En cuanto a la salinidad, los valores registrados durante el estudio presentaron fluctuaciones que no afectaron el crecimiento o la supervivencia.

Otro factor de gran importancia que, desde un punto de vista ecológico, es fundamental para considerar la conducta alimentaria de estos organismos (Navarro, 2001) es el seston, el cual durante este estudio presentó un comportamiento opuesto con la tasa de crecimiento y la supervivencia en ambos tratamientos. Estos resultados son contrarios a los registrados por otros trabajos con *N. nodosus*, donde documentan un comportamiento similar de la concentración del seston con la tasa de crecimiento (Lodeiros *et al.*, 1998; Acosta *et al.*, 2000; Freitas y Núñez, 2001; Rupp y Pearson, 2004; Pereira y Ferreira, 2006).

La densidad de cobertura es un factor determinante para establecer la rentabilidad de un cultivo; una densidad no adecuada a la cual es sometida una especie en cultivo se verá reflejada en una baja tasa de crecimiento y, en el menor de los casos, en una alta mortalidad (Freites *et al.*, 1995; Acosta *et al.*, 2000; Villarroel *et al.*, 2005). El mayor crecimiento observado en este trabajo a la mayor densidad probada (50 %), indica que no ocurrió una competencia intraespecífica por alimento y espacio, resultados que son similares a los documentados por Reiser y Manzini (2007) al comparar densidades del 50 y 75 % y no encontrar diferencias entre éstas, lo que pone de manifiesto que *N. nodosus* presenta un buen crecimiento a altas densidades, contrastando a su vez lo argumentado por Acosta *et al.* (2000) y Pereira y Ferreira (2006) que experimentaron densidades de cobertura del 50 y 100 % sobre la misma especie y no encontraron buenos resultados.

Desde un punto de vista biológico, las cajas de cultivo empleadas resultaron un método apropiado para el crecimiento de *N. nodosus*, al compararlas con las tradicionales redes linternas, utilizadas por Lodeiros *et al.* (1998) y Freites *et al.* (1999). Sin embargo, el poco número de compartimientos lo convierte en un arte ineficaz desde un punto de vista de producción con fines comerciales, ya que al aumentar el número de compartimientos, se convierte en un arte de difícil manejo (limpieza, extracción y manipulación), más pesado y de mayor ocupación de área en la línea madre, generando altos costos en cuanto a su producción y mantenimiento. Varios estudios en pectínidos han evaluado diferentes artes de cultivo suspendidos: redes perleras, conos, linternas y bolsas, registrando mayor eficiencia en cuanto al crecimiento y supervivencia en los artes diferentes a las tradicionales linternas (Freites *et al.*, 1993; Mendoza *et al.*, 2003).

En cuanto a las mortalidades, éstas fueron atribuidas posiblemente al estrés generado por la manipulación de los animales durante los muestreos y entre ellos al introducirse uno dentro del otro, originando que se cortasen el músculo aductor (Avendaño *et al.*, 2001), ya que durante este trabajo no hubo presencia de depredadores del grupo de los gasterópodos, principalmente del género *Cymatium*, ni de los decápodos de las familias Xanthidae, Majidae y Portunidae, considerados como los principales causantes de las mortalidades en el cultivo de estos organismos (Freites *et al.*, 2000). Esto posiblemente fue debido al monitoreo exhaustivo (cada 15 días), lo que impidió probablemente el desarrollo desde su estado larvario en las artes de cultivo, convirtiéndose así en depredadores potenciales (Lodeiros y Hilmmelman, 2000).

La elevada productividad generada por *N. nodosus* hace de su cultivo una actividad atractiva con fines comerciales, por presentar altos porcentajes de supervivencia, gran tamaño y rápido crecimiento, generando así buena rentabilidad (INVEMAR, 2003). La talla de 80 mm obtenida por esta especie en tan sólo 11

meses la hace altamente competitiva al compararla con especies de importancia comercial. Por ejemplo, si se tiene en cuenta el cultivo de *Argopecten purpuratus* en Perú y Chile, su talla comercial de 65 mm se logra en un año o año y medio en condiciones normales (IMARPE, 2006). Lo anterior sugiere que *N. nodosus* tiene un alto potencial biológico y tecnológico en el Caribe colombiano, ya que actualmente existen alternativas de producción de semillas en hatchery (Velasco y Barros, 2008), así como los estudios de cultivo en campo que han generado buenos resultados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-Colciencias por la financiación de este estudio, que hizo parte del trabajo de grado del primer autor, y que estuvo enmarcado en el proyecto “Optimización de la producción de post-larvas del ostión *Nodipecten nodosus* y la conchuela *Argopecten nucleus* en el Caribe colombiano”, código 2105-09-17982. De igual manera a los directivos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costera “José Benito Vives De Andrés”-INVEMAR, por el apoyo prestado a lo largo de esta investigación. Igualmente a María Fernanda Virgüez y Edgard Arias, propietarios de Hidrocultivos de la Costa Ltda. y a Fabián Cortés, Osman Aragón, Nelson Bolaño y Katherine Carreño.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V., L. Freitas y C. Lodeiros. 2000. Densidad, crecimiento y supervivencia de juveniles de *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* (Pteroida: Pectinidae) en cultivo suspendido en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 48 (4): 799-806.
- Avendaño, M., M. Cantillanez, M. Le Pennec, C. Lodeiros y L. Freitas. 2001. Cultivo de pectínidos iberoamericanos en suspensión. 193-211. En: Maeda-Martínez, A. N. (Ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura*. Editorial Limusa, México D.F. 501 p.
- Blanco, J. 1993. Reconocimiento piloto de fondos, ambiente, fauna asociadas y recursos pesqueros en aguas costeras del departamento del Magdalena. Informe final, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Santa Marta. 102 p.
- Bula, M. G. 1985. Un núcleo nuevo de surgencia en el Caribe colombiano detectado en correlación con las macroalgas. *Bol. Ecotrópica*, 12: 3-25.
- Díaz, J. M. 1990. Estudio ecológico integrado de la zona costera de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona. Informe final, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Santa Marta. 439 p.
- Díaz, J. y M. Puyana. 1994. *Moluscos del Caribe colombiano: un catalogo ilustrado*. Colciencias, Fundación Natura, INVEMAR, Bogotá. 291 p.

- Freites, L. y M. Núñez. 2001. Cultivo suspendido de *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* (L., 1758) mediante los métodos de bolsa y aurícula "ear hanging". Bol. Inst. Oceanog., 4 (1 y 2): 21-29.
- Freites, L., A. Vélez y C. Lodeiros. 1993. Crecimiento y productividad de la vieira *Euvola (Pecten) ziczac* bajo varios sistemas de cultivo suspendido. Mem. 4th Congr. Latinoam. Cienc. Mar, Serie Ocasional, 2: 259-269.
- Freites, L., B. Vera, C. Lodeiro y A. Vélez. 1995. Efecto de la densidad sobre el crecimiento y la producción secundaria de juveniles de *Euvola (Pecten) ziczac*, bajo condiciones de cultivo suspendido. Cienc. Mar., 21 (4): 361-372.
- Freites, L., J. Cote, J. Hilmelman y C. Lodeiros. 1999. Effects of wave action on the growth and survival of the scallop *Euvola ziczac* and *Lyropecten nodosus* in suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 239: 47-59.
- Freites, L., J. Hilmelman y C. Lodeiros. 2000. Impact of predation and crabs recruiting onto culture enclosure on the survival of the scallop *Euvola ziczac* (L.) in suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 244: 47-59.
- Galvis, R. 1994. Comportamiento generalizado de las condiciones oceanográficas (temperatura, salinidad, corrientes y vientos) en la plataforma continental del Caribe colombiano. Informe interno, INPA-VECEP-UE, Santa Marta. 124 p
- Garzón, J. y M. Cano. 1991. Tipos, distribución, extensión y estado de conservación de los ecosistemas marinos costeros del Parque Nacional Natural Tayrona. Versión presentada al Séptimo Concurso Nacional de Ecología, "Enrique Pérez Arbelaez" Fondo para la Protección del Medio Ambiente – FEN Colombia, Bogotá. 82 p.
- Gómez, J., A. Córdoba y H. Urban. 1998. Aspectos del crecimiento de *Pteria colymbus*, *Nodipecten nodosus* y *Argopecten nucleus* (Bivalvia: Pteriidae, Pectinidae) en cultivo suspendido en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. Resúmenes XI Seminario Nacional de Políticas, Ciencia y Tecnología del Mar, Bogotá. 80 p.
- Illanes, J. E. 1995. Cultivo de larvas y postlarvas. Mem. 8th Curso Internal. Cultivo Moluscos. UCN-JICA, Coquimbo, Chile. 384 p.
- IMARPE. 2006. Investigación de invertebrados marinos. <http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/invertebrados.php>. 12/12/2007.
- INVEMAR. 2003. Validación y desarrollo de un cultivo piloto de bivalvos en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Informe final, ECOFONDO-INVEMAR, Santa Marta. 259 p.
- Ito, H. 1991. Fisheries and aquaculture: Japan. 1017-1056. En: Shumway. S. E. (Ed.). Scallop: Biology, ecology and aquaculture. Elsevier Publi. Co., Ámsterdam. 1095 p.
- Lodeiros, C. y J. Hilmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Aquaculture, 182: 91-114.
- Lodeiros, C., J. Rengel, L. Freites, F. Morales y J. Hilmelman. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. Aquaculture, 165: 41-50.
- Maeda, A., P. Omar, T. Moctezuma y V. Osorio. 1996. Cultivo de scallops en Ecuador. Una alternativa de desarrollo. Acuicult. Ecuador, 13: 29-36.
- Márquez, G. 1982. Ecosistemas marinos del sector adyacente a Santa Marta Caribe colombiano. Ecol. Trop, 2 (1): 5-24.

- Mendoza, Y., L. Freites, C. Lodeiros, J. López y J. Hilmelman. 2003. Evaluation of biological and economical aspects of the culture of scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* in suspended and bottom culture. *Aquaculture*, 221: 207-219.
- Navarro, J. 2001. Fisiología energética de los pectínidos iberoamericanos. 61-76. En: Maeda-Martínez, A. N. (Ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura*. Editorial Limusa, México D.F. 501 p.
- Pereira, M. y J. Ferreira. 2006. Eficiência comparada do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) em diferentes densidades e profundidades. *Biotemas*, 19 (2): 37-45.
- Reiser, A. y C. Manzini. 2007. Efeitos da densidade de estocagem no desenvolvimento da viera *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). XII Congreso COLACMAR, Florianópolis, Brasil. 642 p.
- Román, G., G. Martínez, O. García y L. Freites. 2001. Reproducción. 27-59. En: Maeda-Martínez, A. N. (Ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura*. Editorial Limusa, Balderas, México. 501 p.
- Rupp, S. y J. Pearson. 2004. Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limit. *J. Exp. Mar. Bio.*, 309: 173-198.
- Rupp, S., L. Iwersen, G. Manzoni, C. Buglione, C. Herrera, G. Maes y M. Bem. 2007. Influencia da profundidade no cultivo da viera *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) na enseada da armacao do Itapocoroy, Santa Catarina. XII Congreso COLACMAR, Florianópolis, Brasil. 642 p.
- Silva, R., M. Bastos, V. Moschen, L. Zaganelli y F. Castro. 2007. Cultivo experimental da viera *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) na Baía da Ilha Grande – Angra dos Reis – Rio de Janeiro. XII Congreso COLACMAR, Florianópolis, Brasil. 642 p.
- Strickland, J. y T. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 167: 167-315.
- Valero, A., S. Sánchez, C. García, A. Córdoba, J. Roche, J. Gómez, C. Castellanos, C. Torres, M. Rueda, K. Hernández, R. Bautista, J. Assmun y Y. Caballero. 2000. Cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano. *Colombia Ciencia y Tecnología, COLCIENCIAS*, 18 (3): 10-13.
- Velasco, L. y J. Barros. 2008. Experimental larval culture of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *Aqua Res.*, 39: 603-618.
- Ventilla R. F. 1982. The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.*, 20: 309-382.
- Villarroel, E., E. Buitrago y C. Lodeiros. 2005. Identificación de factores ambientales que afectan al crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca: Bivalvia) bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Veterinaria*, 14 (1): 1-12.
- Wedler, E. y R. Álvarez. 1989. Estructura de una sección del arrecife coralino en la Playa del Muerto (bahía de Neguanje, Caribe colombiano). *Carib. J. Sci.*, 25 (3-4): 203-217.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Nueva Jersey. 718 p.

FECHA DE RECEPCIÓN:16/09/2008

FECHA DE ACEPTACIÓN: 22/04/2010

