

**RELACIÓN DEL TEJIDO SOMÁTICO Y LOS
FACTORES AMBIENTALES EN EL CICLO REPRODUCTIVO
DE LA VIEIRA (*NODIPECTEN NODOSUS*)**

NATIVIDAD GARCÍA^{1*}, CÉSAR LODEIROS^{3,6}, DWIGHT ARRIECHE²,
ANTULIO PRIETO⁴, LUIS FREITES³ Y JOHN HIMMELMAN⁵

¹*Centro de Investigaciones Ecológicas Guayacán, Vicerrectorado Académico,
Universidad de Oriente, Cumaná 6101, Venezuela*
**Autor por correspondencia: lyropecten2004@yahoo.es*

²*Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas,
Vicerrectorado Académico, Universidad de Oriente, Cumaná 6101, Venezuela*

³*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente,
Cumaná 6101, Venezuela*

⁴*Departamento de Biología, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente,
Cumaná 6101, Venezuela*

⁵*Departamento de Biología Universidad Laval, Québec, Canadá*

⁶*Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura
del Estado Sucre, Gobernación del Estado Sucre, Cumaná 6101*

Resumen. Se evaluó la relación de los tejidos somáticos y los factores ambientales con el ciclo reproductivo de la vieira (*Nodipecten nodosus*) en el banco de Chacopata, Península de Araya, al noreste de Venezuela, durante 14 meses (agosto 2003–septiembre 2004). La mayor actividad reproductiva, con índices gonadosomáticos (IG) de 18%, se manifestó entre noviembre 2003 a abril 2004, con descensos significativos entre diciembre-enero y abril-mayo, sugiriendo dos desoves principales. El IG en el resto del periodo se mantuvo entre 5-8%, sugiriendo poca actividad reproductiva o reposo sexual. El índice muscular (IM) presentó las mayores proporciones de los tejidos con valores de $39,8 \pm 5,46\%$ hasta $61,0 \pm 3,90\%$ y con una correlación negativa ($r = -0,94$) y significativa con el IG, mostrando posible canalización de energía del músculo hacia la gónada. Los análisis estadísticos no permitieron establecer modelos que pudieran explicar la variabilidad del IG con la variabilidad de los factores ambientales. Sin embargo, existió una correlación positiva entre la abundancia fitoplanctónica y los mayores valores del IG y entre la temperatura y los menores valores del IG. Los resultados sugieren que en

el proceso reproductivo de *N. nodosus* del banco de Chacopata, intervienen factores exógenos y endógenos, donde la abundancia fitoplanctónica y la energía almacenada en el músculo son el soporte energético para el desarrollo gonádico. La temperatura, cuando disminuye abruptamente y los animales se encuentran maduros, induce la expulsión de gametos. *Recibido: 31 enero 2007, aceptado: 06 julio 2007.*

Palabras clave: *Nodipecten nodosus*, Venezuela, reproducción, índice gonadosomático, Bivalvia, factores ambientales.

RELATIONSHIP OF SOMATIC TISSUE AND ENVIRONMENTAL FACTORS WITH SCALLOP (*NODIPECTEN NODOSUS*) REPRODUCTIVE CYCLE

Abstract. We evaluated the relationship of somatic tissue and environmental factors with the reproductive cycle of scallops (*Nodipecten nodosus*) from the Chacopata bank, Araya Peninsula, northeastern Venezuela, during 14 months (August 2003-September 2004). Reproductive activity, with gonadosomatic indexes (GI) at 18%, was highest from November 2003 to April 2004, but decreased significantly in December-January and April-May, suggesting two major spawns. The GI during the rest of the period was only 5-8%, suggesting low reproductive activity or sexual rest. The muscular index (MI) represented the highest proportion of tissue with values from $39.8 \pm 5.46\%$ to $61.0 \pm 3.90\%$, and was highly and negatively correlated ($r = -0.94$) with the GI, showing possible muscle energy flow to the gonad. Statistical analyses did not reveal any mathematical models to correlate GI variability with environmental factors, but the highest GI values showed positive correlation with phytoplankton abundance, and the lowest GI values with temperature. Results suggest that the reproductive process of *N. nodosus* from Chacopata bank is affected by both exogenous and endogenous factors, and that the abundant phytoplankton and energy stored in muscle are the energy source for gonadic development. Also, abrupt temperature decreases induce release of gametes in mature scallops. *Received: 31 January 2007, accepted: 06 July 2007.*

Key words: *Nodipecten nodosus*, Venezuela, reproduction, gonadosomatic index, Bivalvia, environmental factors.

INTRODUCCIÓN

El pectínido *Nodipecten* (*Lyropecten*) *nodosus* (L., 1758) es una especie hermafrodita funcional que se distribuye desde Carolina del Norte hasta Brasil, Isla Ascensión y Atlántico medio. Por lo general se encuentra de forma dispersa e individual, asociada a formaciones coralinas o en los límites de

sustratos rocosos y arenosos, por lo cual no es abundante (Lodeiros *et al.* 1999). A pesar de ello, y debido a la calidad de su carne y valor unitario, es una de las especies de moluscos con mayor potencial para el cultivo en el Caribe y Atlántico Occidental, por lo que sus estudios han sido enfocados a aumentar la producción por acuicultura (Maeda-Martínez 2001).

Pocos estudios se han realizado sobre la reproducción de *N. nodosus*, en las poblaciones naturales. En el nororiente de Venezuela, Vélez *et al.* (1987) basados en la variación estacional de la composición química del tejido, concluyeron que la especie posee reproducción continua con mayor actividad de desove en agosto y diciembre. En el extremo sur de su distribución, en Santa Catarina, Brasil, el desove de *N. nodosus* sigue un patrón asincrónico, parcial pero continuo, sin indicios de reposo sexual, siendo los mayores índices gonadosomáticos establecidos al final de la primavera austral (noviembre-diciembre) asociada a temperaturas medias y altas, y los más bajos durante el invierno austral (junio-agosto), asociados a la baja temperatura del agua (Manzoni *et al.* 1996). Sin embargo, Manzoni y Banwart (2000) han indicado índices elevados asociados a temperaturas bajas en dicha zona.

El conocimiento de la influencia de factores ambientales en el ciclo de reproducción de un organismo explotable, a parte de generar conocimientos que permitan verificar hipótesis sobre la reproducción de organismos marinos, es de gran utilidad tanto para establecer estrategias de cultivo, como para generar reglamentaciones para la administración del recurso. En vista de ello, el objetivo del presente estudio es evaluar la relación del tejido gonádico con el somático de *N. nodosus* y los parámetros ambientales en el banco de Chacopata. En esta zona existe una pesquería relevante de la pepitona *Arca zebra* con especies secundarias, dentro de las que se encuentra *N. nodosus*, lo cual permite realizar un estudio cuantitativamente representativo a diferencia de las otras localidades donde la baja abundancia poblacional no permite desarrollar trabajos de esta magnitud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de *N. nodosus* fueron obtenidos a partir de capturas con rastras utilizadas en la pesquería de *Arca zebra*, en el banco natural de Chacopata, situado al noreste de la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Con una frecuencia por lo general quincenal y durante 14 meses (agosto 2003-septiembre 2004), los organismos se trasladaron vivos en contenedores isotérmicos a una temperatura por debajo de las registradas en los bancos naturales (18–20 °C) al laboratorio del Centro de Investigaciones

Ecológicas Guayacán, Universidad de Oriente (Fig. 1). En el laboratorio se removieron manualmente los epibiontes de las valvas de los pectínidos, y con un vernier digital (0,01 mm de apreciación) se le determinó la longitud total (Lt, distancia del eje antero-posterior). Luego se separaron los tejidos somáticos (glándula digestiva, músculo y resto de tejido somático) y el tejido reproductivo (gónada) para ser deshidratados a 60 °C/72h, con el objeto de determinar la masa seca de dichos tejidos. Con la finalidad de evaluar la magnitud de los cambios en masa de los tejidos, se establecieron índices porcentuales de cada uno de los tejidos en relación al tejido total.

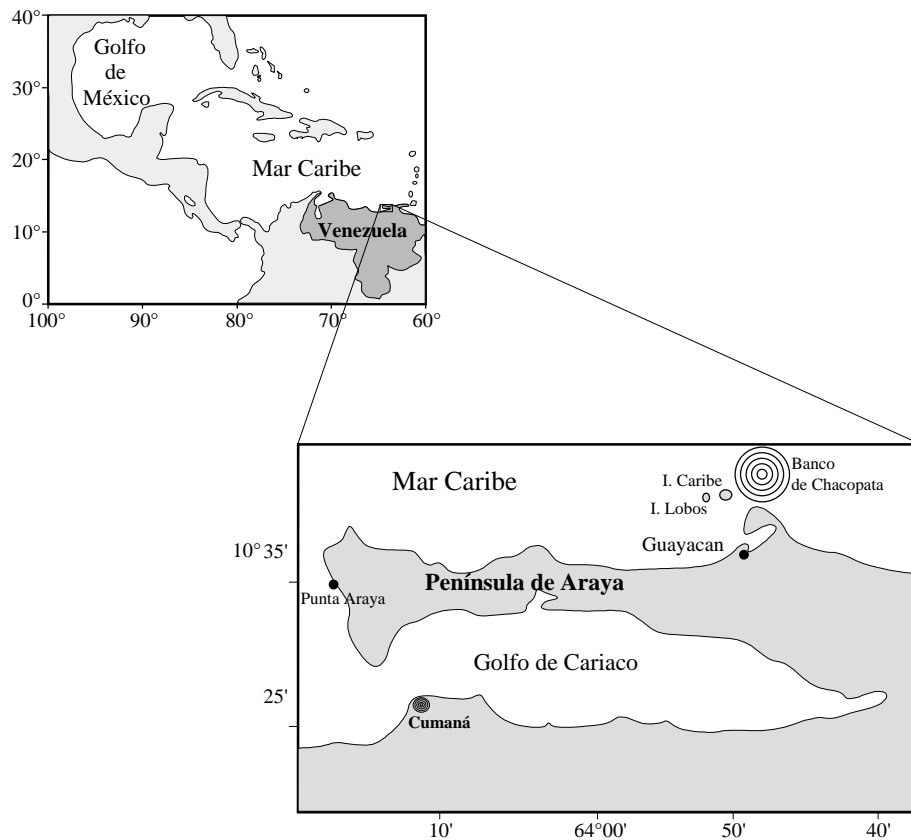


Figura 1. Ubicación geográfica del banco natural de *Arca zebra* de donde se extrajeron los ejemplares de *Nodipecten nodosus* para el presente estudio.

En el banco de Chacopata en horas de la mañana (9:00–10:00 h), semanalmente se midió la temperatura del agua con un termómetro (°C) y la salinidad (‰) mediante un refractómetro manual. Se recolectaron por triplicado muestras de agua con una botella de Niskin de 5 L de capacidad, entre 0,5–1 m del fondo, y se fijaron *in situ* alícuotas de 150 mL, para cuantificar el oxígeno disuelto siguiendo el método de Winkler. Las muestras, previa filtración por 80 µm, se trasladaron en un envase oscuro al laboratorio para determinar el seston total, orgánico e inorgánico, mediante técnicas gravimétricas. La biomasa fitoplanctónica fue estimada mediante la determinación de clorofila *a* por colorimetría, siguiendo las recomendaciones en Strickland y Pearsons (1972).

Para determinar diferencias significativas de los índices utilizados en el tiempo, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, considerando el tiempo (meses) como factor, seguido de la prueba *a posteriori* de Duncan. La asociación entre los diferentes índices se estableció con una correlación de Pearson. La influencia de los parámetros ambientales sobre el estado reproductivo de los organismos se examinó por un análisis de regresión múltiple “stepwise”, considerando los incrementos de los índices gravimétricos como variable dependiente y la media de los valores de los factores ambientales entre los muestreos como variables independientes, previa transformación de los datos en Log (X+10), siguiendo las recomendaciones de Zar (1984). En todos los análisis, se tomó una probabilidad al 5% para establecer las diferencias significativas. Toda la data cumplió con los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas, previa transformación de los porcentajes a arcoseno siguiendo las recomendaciones de Zar (1984).

RESULTADOS

Los valores mayores (2,5–3,2 g) de la masa gonádica se determinaron en el intervalo entre 75–110 mm de longitud de la concha (Fig. 2A), mostrando que el mayor aporte reproductivo se presentó para esas tallas. Por otra parte, a partir de 75 mm, se manifestó una variabilidad en magnitud del índice gonádico (IG), sugiriendo mayor actividad reproductiva a partir de dichas tallas (Fig. 2B).

El IG mostró diferencias significativas (ANOVA, $P < 0,001$). Los incrementos y decrecimientos del índice fueron establecidos entre el periodo de octubre 2003 y abril-mayo 2004, mostrando valores máximos a principios de diciembre 2003 ($17,8 \pm 3,29\%$) y finales de marzo 2004 ($18,3 \pm 4,21\%$),

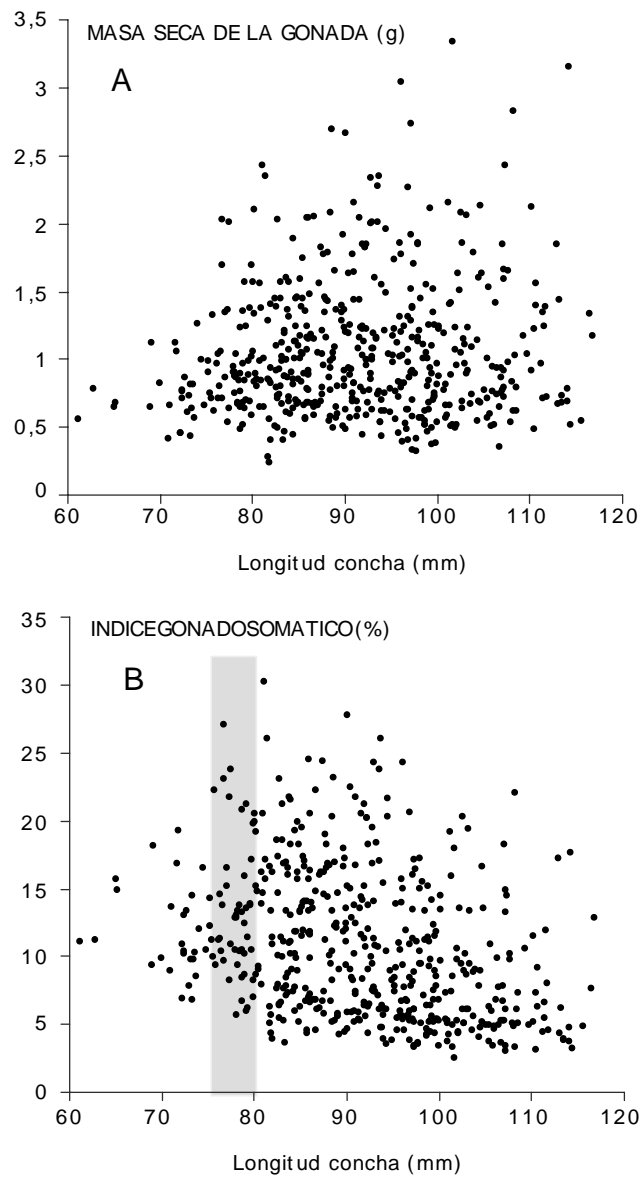


Figura 2. Representación gráfica de la masa gonádica (A) y del índice gonadosomático (B) en relación a la longitud total de *Nodipecten nodosus* del banco de Chacopata, nororiente de Venezuela.

seguido de decrecimientos significativos (Duncan, $P < 0,05$), que sugieren desoves de la población (Fig. 3A). Los valores menores del IG se presentaron

en el periodo de julio hasta septiembre, con valores de 5–8% en peso del total de tejido y mostrando poca variabilidad con respecto a la media, lo cual sugiere un consecuente baja actividad reproductiva o periodo de reposo sexual para la población.

El índice muscular (IM) mostró que el músculo es el principal tejido con respecto al peso total de tejidos de los organismos, con valores que oscilaron desde $39,8 \pm 5,46\%$ a finales de febrero 2004 hasta un $61,0 \pm 3,90\%$ en septiembre 2004 (Fig. 3B). Los valores mayores se encontraron desde junio a octubre manteniéndose con $> 50\%$. Un decrecimiento significativo (Duncan, $P < 0,05$) se registro en noviembre a 40%, para recuperarse a finales de enero 2004 a 46–47%. La variabilidad del IM generó un patrón inverso al del IG, con una asociación elevada y significativa ($r = -0,94$; $P < 0,05$).

El índice de la glándula digestiva (IGD) presentó valores desde $9,3 \pm 1,48\%$ hasta $13,9 \pm 1,52\%$, con una gran variabilidad durante el periodo de muestreo, como lo muestran sus desviaciones estándares (Fig. 3C). Esta variabilidad, no permitió diferencias significativas entre dichos promedios (ANOVA, $P > 0,05$). De igual manera, no se detectó una asociación significativa con el índice gonadosomático ($r = -0,03$; $P > 0,05$). En contraste, el índice del resto de tejidos somáticos (IRTS) mostró una asociación positiva con el IG ($r = 0,81$; $P < 0,001$) (Fig. 3D). Estos valores van desde $7,7 \pm 0,93\%$ hasta $14,2 \pm 1,94\%$, con valores medios elevados entre 12,7% y 14,2%, los cuales conformaron un grupo significativamente igual, desde finales de noviembre 2003 hasta abril 2004 (Duncan, $P > 0,05$) y otro grupo significativo de menores valores (7,7–10%; Duncan, $P < 0,05$) en el resto del periodo de estudio.

La temperatura, durante casi todo el muestreo, se mantuvo entre 23 y 26 °C. A finales de agosto 2004, se elevó hasta 29–30 °C, manteniéndose hasta septiembre 2004. Los valores menores se presentaron en diciembre-enero (< 24 °C; Fig. 4A). La salinidad varió en una proporción de 2‰ siendo estable en los cinco primeros meses de experimentación con valores de 36,2–36,6‰ (Fig. 4B). El oxígeno disuelto presentó valores superiores a 3 mg/L. En los cinco primeros meses se mantuvo entre 3,3 y 4 mg/L, para luego incrementar paulatinamente hasta los 7,5 mg/L a finales de junio y mantenerse hasta septiembre (Fig. 4C).

En general, los valores de clorofila *a* estuvieron sobre a 0,5 µg/L, con excepción de mediados de agosto tanto del 2003 y 2004. El resto del periodo, por lo general, estuvo entre 1 y 3 µg/L (Fig. 5A). El seston en cada una de sus

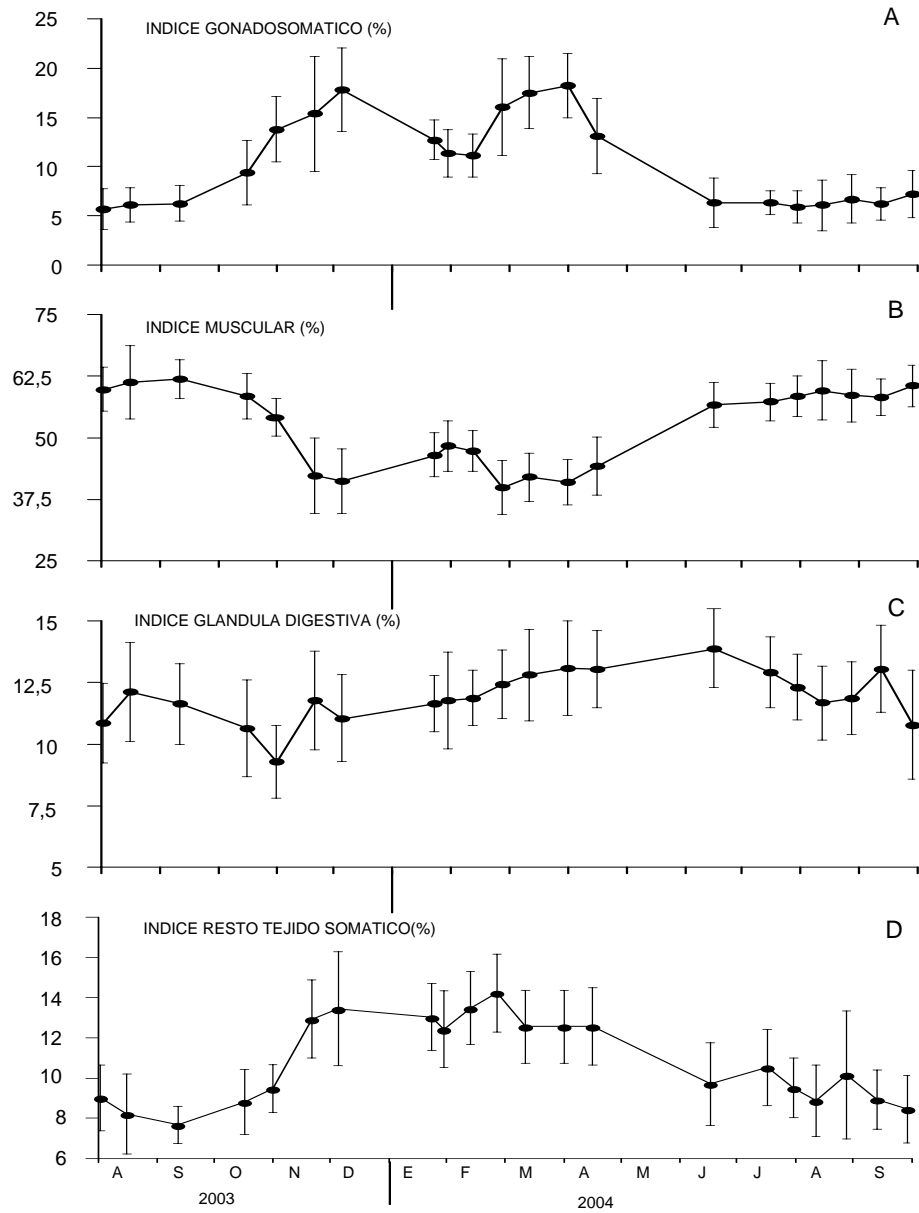


Figura 3. Relación de los promedios del índice gonadosomático (A), muscular (B), gándula digestiva (C) y resto de tejido somático (D) de *Nodipecten nodosus* en la población de Chacopata. Las líneas verticales muestran la desviación estándar con respecto a la media.

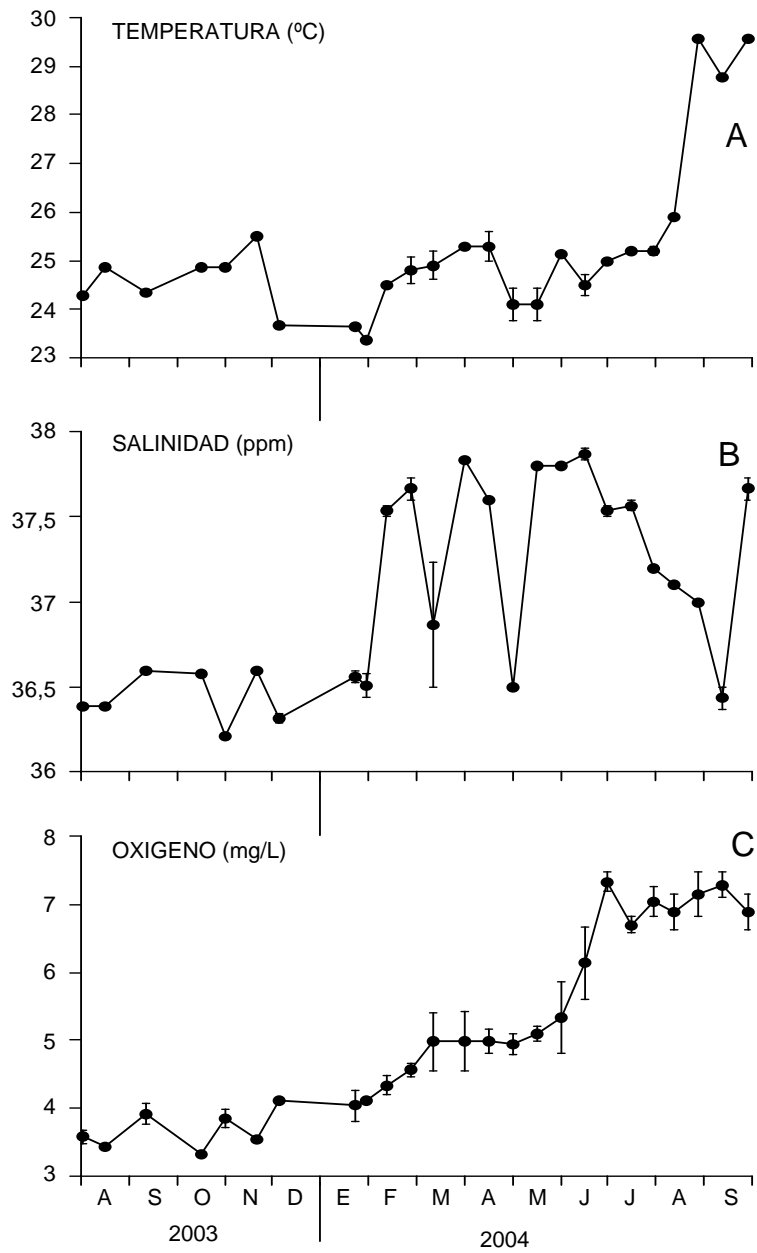


Figura 4. Variación de: A) temperatura (°C), B) Salinidad (ppm) y C) concentración de oxígeno (mg/L) en la zona de estudio: banco de Chacopata, Península de Araya, al noreste de Venezuela.

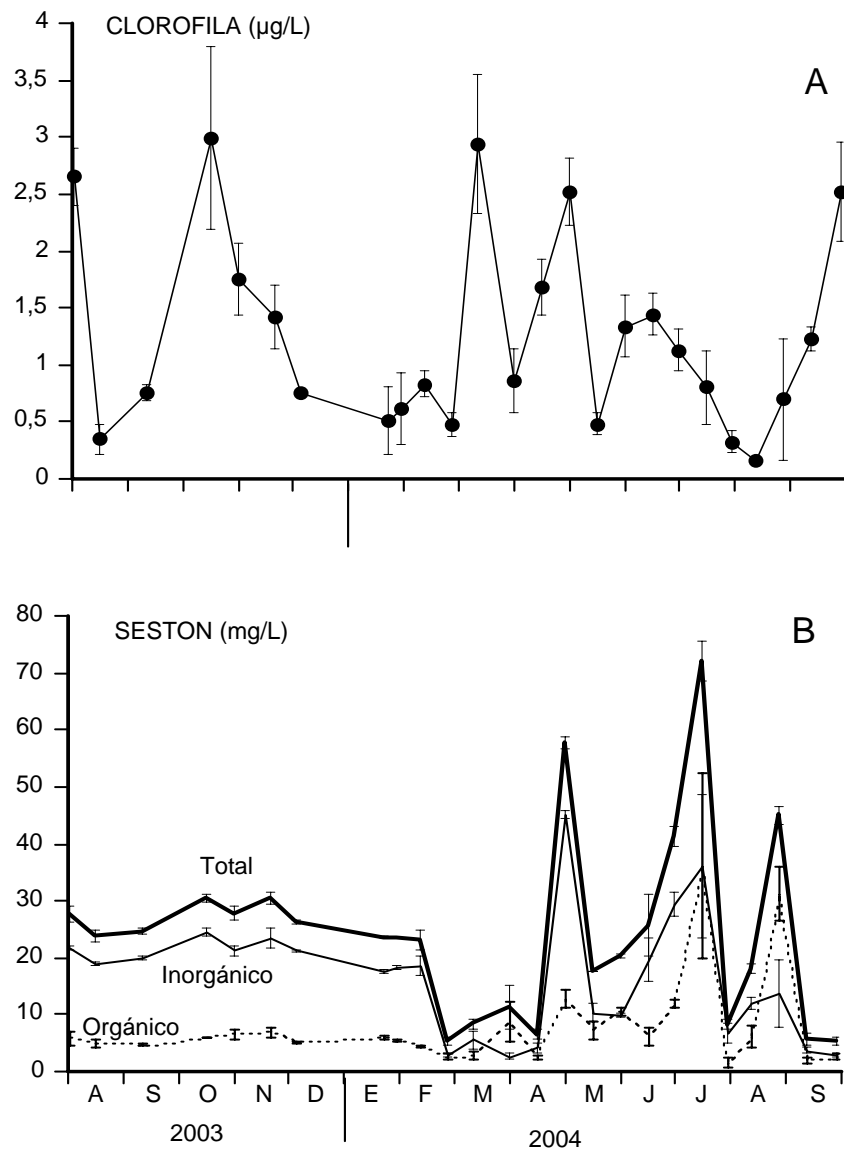


Figura 5. Variación de la clorofila ($\mu\text{g/L}$, B) y Seston (mg/L , B) en la zona de estudio: banco de Chacopata, Península de Araya, al noreste de Venezuela.

componentes mostró un comportamiento similar (Fig. 5B), siendo su fracción inorgánica la que presentó valores mayores, principalmente entre agosto hasta diciembre 2003 y enero 2004, manteniendo un rango entre 20 y 28 mg/L . A finales de febrero se observó un descenso brusco hasta alcanzar su valor menor

(5 mg/L). Entre abril-mayo, finales de julio y agosto de 2004 el seston fue elevado (60 mg/L, 70 mg/L y 45 mg/L; respectivamente), y en septiembre disminuyó hasta 5 mg/L. El seston orgánico, presentó valores de 5–10 mg/L desde agosto 2003 hasta abril 2004.

El análisis múltiple (“step wise”) no mostró relación significativa ($P > 0.05$) de los factores ambientales estudiados que expliquen la variabilidad de los índices, por lo cual no se pudo construir modelos de predicción significativos para dichos índices.

DISCUSIÓN

El estado reproductivo de *N. nodosus* fue variable en el período estudiado. La mayor actividad reproductiva se manifestó entre noviembre 2003 a abril 2004. Dentro de este lapso, la especie presentó dos desoves principales, debido a que el índice gonadosomático disminuyó después de alcanzar su valor máximo (18%), con posible expulsión de gametos entre diciembre-enero y abril-mayo. En casi todo el período, los índices de dispersión fueron elevados (> 30% la variabilidad con respecto a la media), por lo que la reproducción de la población no muestra sincronía. En el resto del período, con excepción enero-febrero que presenta valores de 10-12% con elevados índices de dispersión, el IG se mantiene en 5%, sugiriendo poca actividad reproductiva o reposo sexual. Los índices de dispersión elevados y la presencia de diferentes estadios debido a la diferenciación de textura y color de las gónadas (obser. per.) sugieren actividad de reproducción parcial de la población, probablemente ocasionado a una proporción de individuos maduros. Este comportamiento, muestra que *L. nodosus* se puede reproducir todo el año, con mayor aporte gonádico entre noviembre y abril, coincidiendo con el inicio de las surgencias costeras en la zona, lo cual ocurre entre noviembre-diciembre hasta abril-mayo de forma continua (Lodeiros y Himmelman 2000).

La variabilidad del IG coincide con las señaladas en *L. nodosus* en bancos naturales del Golfo de Cariaco (Vélez *et al.* 1987) y de organismos en cultivos (Lodeiros *et al.* 1998, Freitas y Núñez 2001, Freitas *et al.* 2001, 2003). De igual manera, se ha encontrado que la mayor actividad de reproducción de los pectínidos *Euvola ziczac* y *Amusium papyraceum*, así como de los bivalvos *Perna perna*, *Donax denticulatus*, *Tivela mactroides*, *Lima scabra* y *Pinna carnea* en el nororiente de Venezuela, se limita al periodo de surgencia (Salaya y Penchaszadeh 1980, Prieto 1983, Lodeiros y Himmelman 1999, Narváez *et al.* 2000, Roman *et al.* 2001, García *et al.* 2003). Esta restricción de la reproducción de bivalvos al periodo de surgencia, contradice la

generalización de la reproducción continua en los invertebrados tropicales (Thorson 1946, Rand 1973, Mackie 1982), debido probablemente a cambios estacionales que conducen a una variabilidad ambiental que condiciona la reproducción o la mayor actividad de la misma, cuando hay mayor alimento. De esta manera, la variabilidad en cuanto a la estacionalidad de los desoves es dependiente de los factores ambientales asociados a la zona geográfica condicionada por la mayor o menor latitud u fenómenos hidrográficos locales. En este caso las especies con una amplia distribución geográfica, manifiestan diferencias en los periodos de reproducción, muchas veces con resultados contrastantes (Lodeiros *et al.* 2001a, b; Arellano-Martínez *et al.* 2004).

Nodipecten nodosus mostró poca sincronía en el desove, coincidiendo con los resultados de Vélez *et al.* (1987) en poblaciones naturales del nororiente de Venezuela y Manzoni *et al.* (1996) en la costa de Santa Catarina, Brasil. Sin embargo, son contrarios al comportamiento sincrónico de *N. nodosus* encontrado por Lodeiros *et al.* (1998) en el Golfo de Cariaco, bajo condiciones de cultivo. Esta diferencia en la sincronía o no del desove obedece posiblemente a las condiciones en las cuales se encontraron los organismos en la naturaleza o cultivados, los primeros están dispersos, sin comportamiento gregario. Sin embargo, bajo cultivo son forzados a mantener contacto entre ellos, por lo que el inicio del desove de un ejemplar, podría activar el proceso de desove de los demás, como es utilizado en la práctica para la reproducción.

Otra diferencia encontrada en cuanto al comportamiento reproductivo relacionado a las condiciones de los ejemplares, sean naturales o de cultivo, es dada por la talla de la primera reproducción, la cual se estimó que es partir de 70 mm. Sin embargo, en condiciones de cultivo, Lodeiros *et al.* (1998) observaron madurez sexual con desove a los 45–50 mm. Probablemente las condiciones de cultivo también generan un desarrollo gonádico en individuos con menor talla. En *Nodipecten subnodosus*, Racotta *et al.* (2003) reportaron en Bahía Magdalena, México, ejemplares maduros a 55 mm de longitud total, semejantes a los encontrados en Laguna Guerrero Negro otra localidad de la península de Baja California Sur (Arellano-Martínez *et al.* 2003). Por otro lado, Villalejo-Fuerte *et al.* (2004) reportaron que los juveniles de *N. subnodosus*, en la Bahía de Juncalito, México, comienzan a desarrollar gónadas al año de edad cuando presentan 57 mm y se observan individuos con gónadas maduras a una talla de 68-72 mm. Estas especies de *Nodipecten* y *Lyropecten* alcanzan tallas grandes, 218 mm para *N. subnodosus* y 150 mm para *N. nodosus* (Peña 2001), por lo que se puede asumir que, al igual que otros pectínidos, adquieren una madurez sexual a muy temprana edad, siendo

reproductivamente precoces con desarrollo inicial de sus gónadas antes de un año de edad (Román *et al.* 2001).

El índice muscular (IM) presentó valores inversos al IG con una elevada correlación negativa ($r = -0,94$), mostrando posible canalización de energía del músculo hacia la gónada, lo que corrobora que en pectínidos el músculo es el principal tejido que actúa como fuente de reserva energética, cuando el desarrollo gonádico lo requiere (Barber y Blake 1991, Román *et al.* 2001). Este comportamiento, de canalización de energía del músculo hacia la gónada también ha sido descrito para *Nodipecten subnodosus* (Racotta *et al.* 2003, Arellano-Martinez *et al.* 2004). Sin embargo, contrasta con el reportado por Lodeiros *et al.* (1998, 2001a, b) y Freitas *et al.* (2001, 2003) en *N. nodosus* bajo condiciones de cultivo suspendidos en el Golfo de Cariaco, donde las masas musculares permanecieron elevadas, independientemente de la actividad reproductiva. Sin embargo, hay que considerar que, en el presente estudio, la población natural está constituida principalmente por organismos adultos (> 70 mm), talla que no alcanzaron los organismos bajo cultivo en las investigaciones antes señaladas, donde los individuos estaban en un proceso principalmente de crecimiento, aumentando la masa del músculo probablemente por duplicación celular y no por almacenamiento de reservas. En vista de ello, se puede inferir que, en los bancos naturales los individuos de *N. nodosus* canalizaron energía proveniente del músculo hacia la gónada antes de los desoves, comportándose como un organismo con una estrategia reproductiva de tipo conservadora.

El índice de la glándula digestiva (IGD) osciló entre 9 y 14% y no mostró una correlación significativa con el IG, sugiriendo que no existe una canalización energética de importancia hacia la reproducción.

En el presente estudio los análisis de correlación establecidos no mostraron relación significativa para construir modelos que pudieran explicar la variabilidad del índice reproductivo a través de la variabilidad de los factores ambientales estudiados. Esto es debido a la poca sincronía en la reproducción encontrada, donde la reproducción es soportada energéticamente por factores endógenos como las reservas energéticas almacenadas en el músculo, disminuyendo o enmascarando la modulación de los factores ambientales en la reproducción. No obstante, en determinados periodos, la influencia de los factores ambientales, debido a la relación de su variabilidad con la del índice reproductivo, permite inferir cierta modulación ambiental. En este sentido, la salinidad no parece tener influencia en este estudio, pues su variabilidad fue tan solo de 2 ‰, lo cual no debería generar cambios

fisiológicos en la reproducción de *N. nodosus*. Por otra parte, la concentración de oxígeno, aunque presentó un aumento progresivo a través del estudio, siempre estuvo por encima de 3 mg/L y no mostró correlación con la actividad reproductiva. En contraste, la temperatura y la disponibilidad de alimento (biomasa fitoplanctónica y seston), factores considerados principales en la modulación de la reproducción de pectínidos (Thompson y MacDonalds 1991) mostraron variaciones relevantes. En este sentido, el seston, tanto en sus fracciones total, orgánica e inorgánica, no mostraron una relación con el índice gonadosomático. Sin embargo, la temperatura y la biomasa fitoplanctónica (Clorofila *a*) mostraron cierta asociación de sus curvas con la del IG, lo cual sugiere considerarlos como posibles factores de modulación de la reproducción. El desove de los dos principales períodos reproductivos estuvo siempre asociado con disminuciones abruptas de temperatura, coincidentes previamente con temperaturas medias entre 24,0–25,5 °C y elevada concentración fitoplanctónica, aunque no en todo el desarrollo gonádico, debido a que al final del proceso de maduración (previo al desove), la concentración de clorofila *a*, siempre estuvo baja. Este momento, coincide con la disminución de la biomasa muscular, soportando la hipótesis de que la energía requerida para la finalización del proceso de gametogénesis y maduración, fue suministrada principalmente por las reservas del músculo.

Los resultados de este estudio sugieren que en el proceso reproductivo de *L. nodosus* en el banco de Chacopata intervienen factores exógenos y endógenos. La abundancia fitoplanctónica y la energía almacenada en el músculo constituyen el soporte energético para el desarrollo gonádico; mientras que la disminución de la temperatura, cuando los individuos están maduros, induce a la expulsión de gametos. Se sugiere realizar cortes histológicos en función de corroborar el ciclo gametogénico.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada en parte por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (Proyecto CI -6-2502-0857/99). Se agradece la colaboración técnica de M. Nuñez, A. Velásquez, N. Vásquez, C. Córdoba y L. Montero, así como a pescadores del banco de Chacopata, L. Marín, R. Gonzalez y J. Marcano por la colaboración en la obtención y procesamiento *in situ* de las muestras. La Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre financió parcialmente esta investigación, siendo ésta su contribución No. 3.

LITERATURA CITADA

- ARELLANO-MARTÍNEZ, M., B. P. CEBALLOS-VÁZQUEZ Y J. F. ELORDUY-GARAY. 2003. Reproductive cycle of lion-paw *Nodipecten subnodosus* in Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México. Abstracts, 14th International Pectinid Workshop, St. Petesburg, Florida, USA, p. 14.
- ARELLANO-MARTÍNEZ, M., B. P. CEBALLOS-VÁZQUEZ, M. VILLALEJO-FUERTE, F. GARCÍA-DOMÍNGUEZ, J. F. ELORDUY-GARAY, A. ESLIMAN-SALGADO Y I. S. RACOTTA. 2004. Reproduction of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835 (Bivalvia: Pectinidae) from Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. *J. Shellfish Res.* 23: 723–730.
- BARBER, B. Y N. BLAKE. 1991. Reproductive physiology. Pp. 377–428, *en* S. Shumway (ed.), *Scallops: Biology, ecology and aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 21, Elsevier Science Publishers B.V., NY.
- FREITES, L., C. LODEIROS, N. NARVÁEZ, G. ESTRELLA Y J. BABARRO. 2003. Growth and survival of scallop *Lyropecten (=Nodipecten) nodosus* (L. 1758), in suspended culture in the Cariaco Gulf (Venezuela), during non-upwelling period. *Aquacul. Res.* 34: 709–718.
- FREITES, L., J. HIMMELMAN, J. BABARRO, C. LODEIROS Y A. VÉLEZ. 2001. Bottom culture of the tropical scallop *Nodipecten (Lyropecten) nodosus* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture International* 9: 45–60.
- FREITES, L. Y M. NÚÑEZ. 2001. Cultivo suspendido de *Nodipecten (Lyropecten) nodosus* (L. 1758) en los métodos de bolsas aurículas (“ear hanging”). *Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente* 40: 21–29.
- GARCÍA, N., A. PRIETO, R. ALZOLA Y C. LODEIROS. 2003. Crecimiento y distribución de tallas de *Donax denticulatus* (Mollusca: Donacidae) en playa Brava, Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Revista Científica Facultad Ciencias Veterinarias-LUZ* 13(6): 464–470.
- LODEIROS, C., A. MAEDA-MARTÍNEZ A., L. FREITES, E. URIBE, D. LLUCH-COTA Y M. SICARD M. 2001a. Ecofisiología de pectínidos iberoamericanos. Pp. 77–88, *en* A. Maeda-Martínez (ed.), *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. Limusa, México.
- LODEIROS, C., B. MARÍN Y A. PRIETO. 1999. Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Edición Apudons, Cumaná 109 pp.
- LODEIROS, C. Y J. HIMMELMAN. 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (Pterioidea: Lamidae) and its association with environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.* 3: 411–418.
- LODEIROS, C. Y J. HIMMELMAN. 2000. Identification of environmental factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture* 182: 91–114.
- LODEIROS, C., J. RENGEL, L. FREITES, F. MORALES Y J. HIMMELMAN. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Nodipecten (Lyropecten) nodosus* maintained at three depths in suspended culture. *Aquaculture* 165: 41–50.

- LODEIROS, C., J. RENGEL, L. FREITES, H. GUDERLEY, O. NUSETTI Y J. HIMMELMAN. 2001b. Biochemical composition and energy allocation in the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* during the months leading up to and following the development of gonads. *Aquaculture* 199: 63–72.
- MACKIE, G. 1982. Bivalves. Pp. 351–418, en S. Tompa, N. verdonk y J. van den Biggelaar (eds.), *The Mollusca, reproduction*. Academic Press, New York.
- MAEDA-MARTÍNEZ, A. 2001. Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura. Limusa, México, 501 pp.
- MANZONI, G., C. POLI Y G. RUPP. 1996. Periodo reproductivo del pectínido *Nodipecten nodosus* (Mollusca: Bivalvia) en los alrededores de la Isla do Arvoredo (27° 17'S-48°22'W) Santa Catarina Brasil. Pp. 197-201, en A. Silva y G. Merino (eds.), 2^{do}. Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile. Universidad Católica del Norte, Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Coquimbo, Chile.
- MANZONI, G. Y J. BANWART. 2000. Aspectos da biologia reprodutiva da vieira *Nodipecten nodosus*, cultivadas na enseada da Armação do Itapocoroy (26°46' S-48°37' W) (Penha-SC). *Anais 13 Semana Nacional da Oceanografia*, 29 de Outubro a 03 de Novembro 2000, Itajai, Santa Catarina, pp. 537–539.
- NARVÁEZ, N., C. LODEIROS, L. FREITES, M. NÚÑEZ, D. PICO Y A. PRIETO. 2000. Abundancia de juveniles y crecimiento de *Pinna carnea* (Mytiloidea: Pinnacea) en cultivo suspendido. *Rev. Biol. Trop.* 48(4): 785–797.
- PEÑA, J. 2001. Taxonomía, morfología, distribución y hábitat de los pectínidos iberoamericanos. Pp. 1–25, en A. Maeda-Martínez (ed.), *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. Limusa, México.
- PRIETO, A. 1983. Ecología de *Tivela mactroides* Born. 1778 (Mollusca, Bivalvia) en playa Güiría (Sucre, Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 22: 7–19.
- RACOTTA, I., J. RAMÍREZ, A. IBARRA, M. RODRÍGUEZ-JARAMILLO, D. CARREÑO Y E. PALACIOS. 2003. Growth and gametogenesis in the lion's paw scallop *Nodipecten (Lyropecten) subnodosus*. *Aquaculture* 217: 335–349.
- RAND, W. 1973. A stochastic model of temporal aspect of breeding strategies. *J. Theor. Biol.* 40: 337–351.
- ROMÁN, G., G. MARTINEZ, O. GARCÍA Y L. FREITES. 2001. Reproducción. Pp. 27–60, en A. Maeda-Martínez (ed.), *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. Limusa, México.
- SALAYA, J. Y P. PENCHASZADEH. 1980. Contribución al conocimiento de la reproducción de la vieira *Amssium (Pecten) papyraceum* en Golfo Triste, Venezuela. *Actas 2 Simposio Asociación Latinoamericana Acuicultura, Mexico*, pp. 846–870.
- STRICKLAND, J. D. H. Y T. R. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis (2 ed.). *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* No. 167, 310 pp.
- THOMPSON, R. Y B. MACDONALD. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. Pp. 347-376, en S. E. Shumway (ed.), *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 21, Elsevier Science Publishers B.V., NY.

- THORSON, G. 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates, with special reference to planktonic larvae in the sound (Oresund). Medd. Dan.fisk.-Havunders (Ser. Plankton) 4: 1–523.
- VÉLEZ, A., F. SOTILLO-F. Y J. PÉREZ. 1987. Variación estacional de la composición química de los pectínidos *Euvola (Pecten) ziczac* y *Lyropecten nodosus*. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente 26: 67–72.
- VILLALEJO-FUERTE, F., M. ARELLANO-MARTÍNEZ, M. ROBLES, Y B. P. CEBALLOS-VÁZQUEZ. 2004. Growth of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835 (Bivalvia: Pectinidae) maintained in suspended culture in Bahía de Juncalito, B.C.S., México. Hidrobiológica 14(2): 140–147.
- ZAR, J. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 718 pp.