

MORFOMETRÍA DE LA CONCHA DE *DONAX* *DENTICULATUS* Y *DONAX STRIATUS* DE DOS PLAYAS DE CUBA ORIENTAL

SHELL MORPHOMETRY OF *DONAX STRIATUS* AND *DONAX DENTICULATUS* FROM TWO BEACHES IN EASTERN CUBA

Frank A. Ocaña^{1*} y Alejandro Fernández¹

RESUMEN

Se han realizado estudios sobre morfología y ecología de *Donax striatus* y *D. denticulatus* en playas del Caribe, sin embargo, ninguna investigación ha abordado aspectos sobre morfometría en vistas de aplicar esta información para establecer pautas para la explotación de este recurso. Los objetivos de este trabajo son: cuantificar las relaciones entre las variables morfométricas, así como verificar si el Indicador de Estabilización de la Forma (IEF) puede ser útil para determinar la talla mínima de captura para estas dos especies. *D. striatus* alcanza mayor tamaño que *D. denticulatus*. En todos los casos, la correlación entre las variables morfométricas es altamente significativa. En *D. striatus* se puede discernir fácilmente que ocurre una estabilización de la forma a una longitud de 15.48 mm, sin embargo, para *D. denticulatus* no se puede diferenciar con claridad un punto de inflexión en las curvas de los cocientes entre las medidas morfométricas. Los resultados no parecen ser concluyentes en cuanto a la utilización de IEF como una medida para proponer pautas de manejo para las pesquerías de las especies de *Donax*. Se sugiere que la longitud mínima de captura de *D. striatus* y *D. denticulatus* sea establecida en 20 mm, con el fin de permitir que los individuos se hayan reproducido al menos una vez en su ciclo de vida.

Palabras claves: Bivalvia, *Donax*, playas arenosas, relaciones morfométricas, Cuba.

ABSTRACT

Studies have been conducted on the morphology and ecology of *Donax striatus* and *D. denticulatus* in the Caribbean beaches. However, no investigation has been focused on their morphometry as to apply this information to determine a guideline for the exploitation of this resource. The objective of this paper is to quantify the relationships between morphometric variables and verify whether the Shell Shape Stabilization Indicator (IEF, Spanish acronym) is useful to determine the minimum size of catch for the two species. *D. striatus* is larger than *D. denticulatus*. In all cases, correlation between the morphometric variables is highly significant. In *D. Striatus*, shell shape stabilization is visible to occur at 15.48 mm in length; however, for *D. denticulatus* an inflexion point is not easily observed in the curves of the ratios between the morphometric measures. Results are not conclusive to propose the use of IEF as a guideline for fishery of *Donax* species. The minimum size of catch of *D. striatus* and *D. denticulatus* suggested should be established at 20 mm to allow individuals to reproduce at least once during their life cycle.

Keywords: Bivalvia, *Donax*, sandy beaches, morphometric relationships, Cuba.

¹ Centro de Inv. y Serv. Amb. y Tec. 18 s/n. esq. a Maceo. Rpto. "El Llano". Holguín, Cuba. *franko@cisat.cu

Recibido 9-II-2011

Aceptado 15-V-2011

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.3.5>

INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos del género *Donax* son los organismos dominantes en las playas arenosas de las zonas tropicales y templadas (Ansell, 1983). Estas almejas poseen forma de cuña, lo que parece ser una adaptación que les favorece migrar en la zona intermareal y un rápido enterramiento en el sedimento (Stanley, 1970). Además del papel ecológico que desempeñan estos organismos en las playas, las poblaciones de *Donax* tienen un elevado valor para la pesca comercial y la recreativa en muchos países (McLachlan *et al.* 1996), por lo que una correcta evaluación de las características de estas especies y sus parámetros poblacionales es un elemento imprescindible para su explotación. En este sentido, Gil *et al.* (2007) proponen un método simple para inferir acerca de la longitud de la concha en que los individuos maduran sexualmente pudiendo ser recolectados después de esta talla, asegurando que se hayan logrado reproducir al menos una vez.

En Cuba, el género *Donax* está representado por dos especies, *D. denticulatus* y *D. striatus*, las cuales, según Wade (1967a), presentan el mismo rango de distribución. Sobre estas especies se han realizado estudios de su ecología en playas del Caribe (García *et al.* 2003; Marcano *et al.* 2003; Ocaña *et al.* 2010), sin embargo, ninguna investigación ha abordado aspectos sobre morfometría en vistas de aplicar esta información para establecer pautas para la explotación de este recurso. Los objetivos de este trabajo son: cuantificar las relaciones de la forma de la concha en *D. denticulatus* y *D. striatus* y determinar la longitud en que los organismos alcanzan su forma definitiva como una medida que establezca las tallas mínimas de captura para una explotación de este recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras en una población de *D. denticulatus* en playa Carenero, Niquero, Granma, que no está siendo utilizada por una pesquería artesanal y de una población de *D. striatus* en playa Las Balsas, Gibara, Holguín, que está siendo explotada artesanalmente por los pobladores locales (Fig. 1). El muestreo se realizó mensualmente desde febrero hasta julio de 2008, durante marea baja.

En cada playa se seleccionaron tres estaciones fijas. La obtención de las muestras se realizó empleando un cilindro de PVC, con un diámetro de 18 cm y una altura de 30 cm, introduciéndolo en el sustrato arenoso hasta una profundidad de 20 cm (unidad de muestreo, UM). En cada estación se tomaron muestras en estratos separados a intervalos de 1 m perpendicular a la línea de costa, a partir del punto de inflexión o escalón de la playa en la zona intermareal hasta el límite superior de la zona de barrido del oleaje. En cada estrato se extrajeron tres cilindros de 0.025 m², separados cada 1 m.

El sedimento fue cribado en un tamiz de 1 mm de abertura de malla. Los individuos recolectados se introdujeron en bolsas plásticas y se congelaron. En el laboratorio, a cada individuo se le determinaron las medidas de los tres ejes (largo: máxima distancia del eje antero-posterior; alto: máxima distancia del eje ventrodorsal a través de la mitad de la concha; y ancho: máxima distancia del eje lateral entre las dos valvas de la concha cerrada), con el empleo de un Vernier digital, con una precisión de 0.01 mm.

El establecimiento de estas relaciones morfométricas se realizó mediante la ecuación general $Y = a + b \cdot X$, adaptada a las variables analizadas de la forma siguiente:

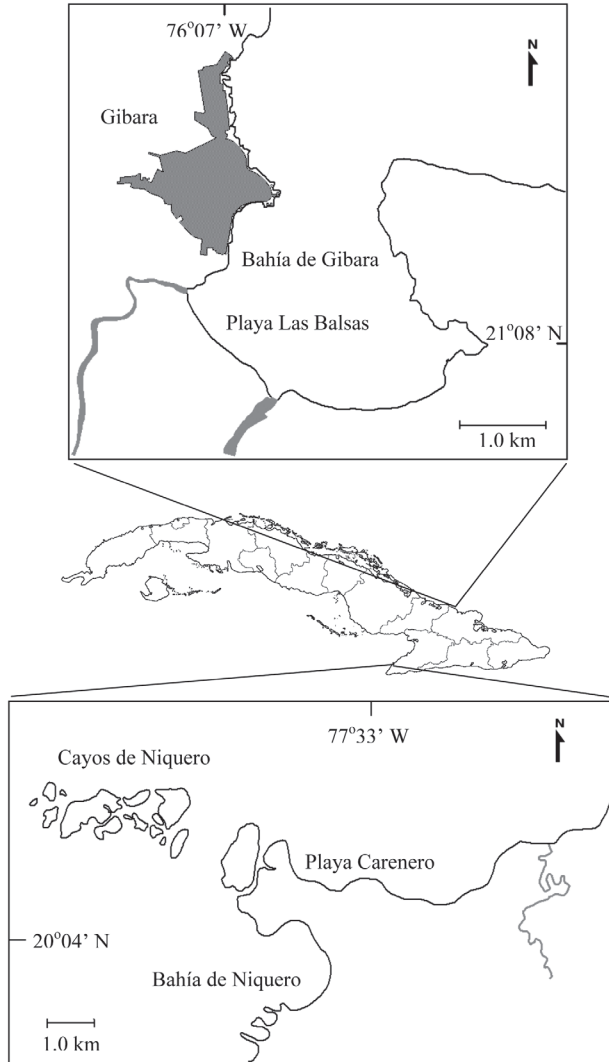


Fig. 1. Ubicación geográfica de las playas Las Balsas y Carenero

Fig. 1. Geographical location of Las Balsas and Carenero beach

$$Al = a + b \cdot L \quad An = a + b \cdot L \quad An = a + b \cdot Al$$

Donde: L - largo; Al - alto; An - ancho; a - intersepto (coeficiente de crecimiento inicial); y b - pendiente de la recta (coeficiente de crecimiento relativo). El coeficiente de alometría es expresado por el parámetro b de la ecuación de regresión lineal, indicando que el crecimiento es isométrico cuando $b =$

1 o es alométrico negativo o positivo cuando $b < 1$ o $b > 1$, respectivamente.

Los parámetros a y b fueron estimados por análisis de regresión lineal con los datos transformados a logaritmo y el grado de asociación entre las variables fue calculado por el coeficiente de determinación (r^2). Las diferencias estadísticas fueron consideradas con un nivel de significación de 95% ($\alpha = 0.05$) (Zar, 1999) para todos los parámetros.

Para verificar si los valores de b resultantes de las tres ecuaciones son significativamente diferentes del valor isométrico ($b = 1$), fue aplicada una prueba t ($H_0: b = 1$), con un intervalo de confianza de $\pm 95\%$ ($\alpha = 0.05$) (Sokal y Rohlf, 1995; Zar, 1999; Gaspar *et al.* 2002).

Para determinar la talla a la que los organismos alcanzan su forma definitiva se empleó el método propuesto por Gil *et al.* (2007), que denominan Indicador de Estabilización de la Forma (IEF). Este método es muy simple y consiste en calcular las razones entre las tres medidas lineales de la concha (largo, alto y ancho). Para ello se separan los individuos en intervalos de clases de 1 mm y se calcula la media del largo, alto y ancho para cada intervalo. Las razones que se calculan son las siguientes: An/L, Al/L y Al/An. Las razones se presentan en porcentajes.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las relaciones biométricas son presentados en el cuadro 1. Se observa que *D. striatus* alcanza mayor tamaño que *D. denticulatus* y en todos los casos la correlación entre las variables morfométricas es altamente significativa. En las poblaciones analizadas de ambas especies, las relaciones entre el ancho y el largo, así como entre el ancho y el alto, son positivas, sin embargo, en *D. denticulatus* se observa una tendencia hacia la isometría. En el caso de la relación entre el alto y el largo existe un crecimiento relativo isométrico en *D. denticulatus* y alométrico negativo en *D. striatus* con tendencia a la isometría. Esto se traduce en que para ambas especies la tasa de crecimiento en ancho es mayor que la tasa de crecimiento en largo y alto, indicando que estos organismos tienen conchas globosas.

Los cálculos de las razones entre las diferentes dimensiones de la concha se realizaron con el fin de determinar el punto de inflexión de la recta resultante de las regresiones de las relaciones alométricas en las dos especies de *Donax*. Según Wilbur y Owen (1964), los cambios en la razón de las dimensiones de la concha expresan alteraciones del patrón en los estadios de crecimiento, siendo expresiones del punto de inflexión de la recta resultante del análisis de alometría. A partir de este punto de inflexión se supone que ya ha ocurrido la estabilización del crecimiento, a lo que Gil *et al.* (2007) denominan IEF.

En las figuras 2 y 3 se observan las curvas resultantes del cálculo de las razones entre las variables morfométricas analizadas. En ambos casos existe una estrecha correspondencia con los resultados de las ecuaciones biométricas. En *D. striatus* se puede discernir fácilmente que ocurre una estabilización de la forma a una longitud de 15.48 mm, teniendo en cuenta las curvas de las relaciones entre ancho/largo y ancho/alto, que en la ecuación biométrica presentan valores que difieren del valor isométrico ($b = 1$). Sin embargo, analizando las curvas para *D. denticulatus* no se puede diferenciar claramente un punto de inflexión, lo que coincide con los valores de las ecuaciones biométricas calculadas para esta especie.

DISCUSIÓN

Entre todos los bivalvos, los de playas arenosas son los enterradores más rápidos (Stanley, 1970; McLachlan *et al.* 1995). Los donácidos parecen haber evolucionado hacia formas más acuñadas, tal vez como una adaptación que incrementa la velocidad de enterramiento, la estabilidad y la orientación ante la resaca del

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las muestras y relaciones biométricas de *Donax striatus* y *D. denticulatus* de dos playas de Cuba oriental (N: tamaño de muestra, L: longitud, D.E.: desviación estándar, E.S.: error estándar, b: coeficiente de crecimiento relativo)

Table 1. Sample descriptive statistics and biometric relationships of *Donax striatus* and *D. denticulatus* from two beaches on eastern Cuba (N: sample size, L: length, D.E.: standard deviation, E.S.: standard error, b: relative growth rate)

Especie	N	L media ± D.E. (min. - máx.)	Relación biométrica	Ecuación biométrica	Coefficiente de determinación (r ²)	E.S. de b	Valor de t	Relación alométrica
<i>D. striatus</i>	282	13.11 ± 5.26 (3.48 - 28.24)	Al/L	Al= -0.182 + 0.988*L	0.993	0.005	-2.4	negativo
			An/L	An= -0.549 + 1.133*L	0.981	0.009	14.8	positivo
			An/Al	An= -0.340 + 1.146*Al	0.988	0.007	20.86	positivo
<i>D. denticulatus</i>	285	15.62 ± 5.77 (3.94 - 24.39)	Al/L	Al= -0.178 + 1.005*L	0.997	0.003	1.67	isométrico
			An/L	An= -0.435 + 1.028*L	0.989	0.006	4.7	positivo
			An/Al	An= -0.252 + 1.022*Al	0.991	0.006	3.67	positivo

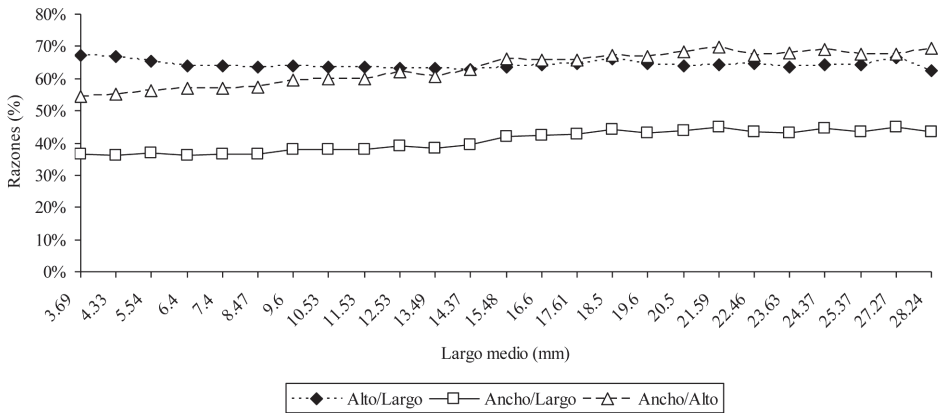


Fig. 2. Gráfico de las razones entre las dimensiones de la concha de *Donax striatus*
 Fig. 2. Graphic of the ratios between shell dimensions of *Donax striatus*

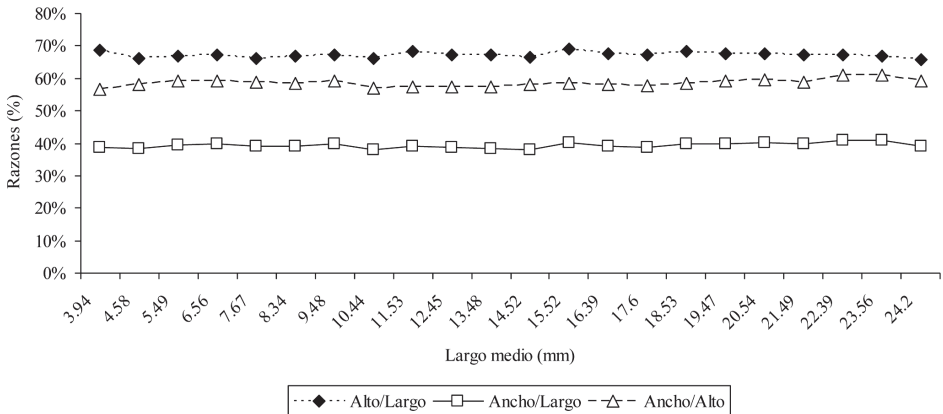


Fig. 3. Gráfico de las razones entre las dimensiones de la concha de *Donax denticulatus*
 Fig. 3. Graphic of the ratios between shell dimensions of *Donax denticulatus*

Cuadro 2. Comparación de relaciones alométricas entre diferentes especies del género *Donax*
 Table 2. Comparison of allometric relationships among different *Donax* species

Especie	Referencia	Relaciones alométricas		
		Alto/Largo	Ancho/Largo	Ancho/Alto
<i>D. trunculus</i>	Salas-Casanova (1987)	0.49		
	Bayed (1998)	1.17	0.98	0.83
	Gaspar <i>et al.</i> (2002)	0.88 - 0.90	1.00 - 1.12	
<i>D. vittatus</i>	Salas-Casanova (1987)	0.50		
<i>D. semistriatus</i>	Salas-Casanova (1987)	0.51		
<i>D. venustus</i>	Salas-Casanova (1987)	0.48		
<i>D. serra</i>	Soares <i>et al.</i> (1998)	0.68 - 0.71	0.39 - 0.44	0.55 - 0.64
<i>D. striatus</i>	Wade (1967b)	0.35 - 0.38		
<i>D. incarnatus</i>	Thippeswamy y Joseph (1992)	0.67	0.38	
<i>D. variabilis</i>	Nelson <i>et al.</i> (1993)	0.51	0.58	0.91
<i>D. parvula</i>	Nelson <i>et al.</i> (1993)	0.62	0.53	1.10
<i>D. hanleyanus</i>	Gil y Thomé (2000)	0.92	1.29	1.38

oleaje. En los estudios realizados sobre la morfometría de la concha en especies del género *Donax*, se observan diferencias en las relaciones alométricas; en el cuadro 2 se puede constatar que una misma especie en diferentes localidades puede tener distintos valores de su coeficiente de alometría. Gaspar *et al.* (2002) encontraron estas diferencias incluso en los individuos de *D. trunculus* que se localizaban en diferentes profundidades. Wade (1967b) encontró diferencias en el coeficiente de alometría entre dos poblaciones de *D. striatus*, atribuyendo este fenómeno a diferencias en la densidad de individuos.

De forma general, las relaciones entre el alto y el largo presentan una alometría negativa en todas las especies, a excepción de *D. trunculus* en el litoral de Marruecos (Bayed, 1998) y *D. denticulatus* en playa Carenero. Según Gaspar *et al.* (2002), la forma estrecha y alargada de la concha es una estrategia adaptativa que favorece la eficiencia del enterramiento. En cuanto a la relación entre el ancho con el largo y el

alto no se observa un patrón definido para las especies. Wade (1968), al comparar dos poblaciones de *D. denticulatus* en Jamaica, constató diferencias en las tasas de crecimiento y en el tamaño máximo de los individuos y justificó tales diferencias en función de la disponibilidad de alimento, por tanto, los factores ambientales podrían ser la causa de tales diferencias entre poblaciones de la misma especie.

La expresión gráfica de las relaciones entre los cocientes de las variables morfométricas refleja los resultados obtenidos en el cálculo de las alometrías. Las curvas resultantes de la relación alto/largo para las dos especies no muestran claramente un punto de inflexión, por lo que no brindan suficiente información para determinar un cambio en la tasa de crecimiento. Las curvas referidas a las relaciones ancho/largo y ancho/alto son las que mejor reflejan la presencia de un punto de inflexión a los 15.48 mm para *D. striatus*, sin embargo, en *D. denticulatus* estas dos

rectas se comportan prácticamente estables sin presentar un punto de inflexión.

Siguiendo los criterios de Gil *et al.* (2007) se puede considerar que la población de *D. striatus* en playa Las Balsas alcanza su forma definitiva entre 15 y 16 mm, pero en *D. denticulatus* no se evidencia un cambio en la recta, lo que puede conllevar a falsas interpretaciones. Si el Indicador de Estabilización de la Forma de la concha puede ser una medida para determinar la talla de primera maduración, entonces en *D. striatus* los individuos comienzan a ser adultos a partir de los 15 mm. Gil y Thomé (2000) encontraron que la concha de *D. hanleyanus*, perteneciente a una población del sur de Brasil, alcanzó su forma definitiva a los 12 mm; posteriormente a esta misma población se le determinó, mediante análisis histológicos, que su talla de primera maduración estuvo comprendida entre los 12 y 13 mm (Gil y Thomé, 2004).

A pesar de no haber diferenciación en las curvas de las razones entre las medidas morfométricas en *D. denticulatus*, también se podría tomar la longitud de 15 mm como talla de primera maduración, debido a que estas curvas son relativamente similares a las expresadas en la figura 2 para *D. striatus*.

CONCLUSIONES

Las variables morfométricas analizadas para las especies *D. striatus* y *D. denticulatus* presentan una alta correlación, siendo mayor la tasa de crecimiento en ancho que en largo y alto. Las curvas resultantes de las razones entre ancho/largo y ancho/alto son las que mejor explican la estabilización en el crecimiento. Para *D. striatus*, el crecimiento se estabiliza a una longitud media de 15.48 mm, sin

embargo, para *D. denticulatus* no se puede discernir claramente la longitud media de estabilización de la forma de la concha. Los resultados presentados no parecen ser concluyentes en cuanto a la utilización de IEF como una medida para proponer pautas de manejo para las pesquerías de las especies de *Donax*; para ello sería necesario realizar una serie de análisis histológicos en diferentes poblaciones para determinar la talla de primera maduración y, posteriormente, relacionar los resultados de los cocientes de las diferentes variables morfométricas. Analizando todos estos aspectos en conjunto y teniendo en cuenta un enfoque precautorio en el uso de los recursos, se puede sugerir que la longitud mínima de captura de *D. striatus* y *D. denticulatus* sea establecida en 20 mm, con el fin de permitir que los individuos se hayan reproducido al menos una vez.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Alexis Silva, Yanet Apín, Vladimir Martínez y Yuself Cala en la toma de muestras. A Marko Herrmann por facilitarnos gran parte de la literatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Ansell, A. D. (1983). The biology of the genus *Donax*. En A. McLachlan, T. Erasmus & W. Junk (Eds.), *Developments in hydrobiology, 19. Sandy beaches as ecosystems* (pp. 607-635). The Hague, The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers.
- Bayed, A. (1998). Variabilité de la croissance de *Donax trunculus* sur le littoral marocain. En J. Lleonart (Ed.), *Dynamique des populations*

- marines*=Marine populations dynamics (pp. 11-23). Zaragoza, España: CIHEAM-IAMZ.
- García, N., Prieto, A., Alzola, R. & Lordeiros, C. (2003). Crecimiento y distribución de tallas de *Donax denticulatus* (Mollusca: Donacidae) en playa Brava, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Cient. LUZ*, 13(6), 464-470.
- Gaspar, M. B., Chicharo, L. M., Vasconcelos, P., García, A., Santos, A. R. & Monteiro, C. C. (2002). Depth segregation phenomenon in *Donax trunculus* (Bivalvia: Donacidae) populations of the Algarve coast (southern Portugal). *Sci. Mar.*, 66(2), 111-121.
- Gil, G. M. & Thomé, J. W. (2000). Morfometria da concha em *Donax hanleyanus* Philippi, 1847 (Mollusca, Bivalvia, Donacidae) e sua relação com as zonas de praia. *A. Biol. Leop.*, 22(2), 161-170.
- Gil, G. M. & Thomé, J. W. (2004). Proporcão sexual e comprimento de concha na primeira maturação sexual em *Donax hanleyanus* Philippi (Bivalvia, Donacidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 21(2), 345-350.
- Gil, G. M., Troncoso, J. S & Thomé, J. W. (2007). *Manual para Manejo e Otimização da Exploração Comercial de Moluscos Bivalves*. Porto Alegre, Brasil: Edição do autor.
- Marcano, J. S., Prieto, A., Lárez, A. & Salazar, H. (2003). Crecimiento de *Donax denticulatus* (Linné, 1758) (Bivalvia: Donacidae) en la ensenada La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. *Zoot. Trop.*, 21(3), 237-259.
- McLachlan, A., Dugan, J. E., Defeo, O., Ansell, A. D., Hubbard, D. M., Jaramillo, E. & Penchaszadeh, P. E. (1996). Beach clam fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 34, 163-232.
- McLachlan, A., Jaramillo, E., Defeo, O., Dugan, J. E., de Ruyck, A. & Coetzee, P. (1995). Adaptations of bivalves to different beach types. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 187, 147-160.
- Nelson, W. G., Bonsdorff, E. & Adamkewics, L. (1993). Ecological, morphological, and genetics differences between the sympatric bivalves *Donax variabilis* Say, 1822, and *Donax parvula* Philippi, 1849. *The Veliger*, 36(4), 317-322.
- Ocaña, F. A., Fernández, A., Silva, A., González, P. A. & García, Y. (2010). Estructura poblacional de *Donax striatus* (Bivalvia, Donacidae) en playa Las Balsas, Gibara, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, 2, 27-38.
- Salas-Casanova, C. (1987). The Donacidae of the Bay of Malaga (Spain). *Taxonomy. Basteria*, 51(1-3), 33-50.
- Soares, A. G., Callahan, R. K. & de Ruyck, A. M. C. (1998). Microevolution and phenotypic plasticity in *Donax serra* Röding (Bivalvia: Donacidae) on high energy sandy beaches. *J. Mollus. Stud.*, 64, 407-421.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1995). *Biometry: the principles an practice of Statistics in Biological Research*. New York, EE.UU.: W. H. Freeman and Company.
- Stanley, S. M. (1970). Relation of shell form to life habits in the Bivalvia (Mollusca). *Mem. Geol. Soc. Amer.*, 125, 1-296.
- Thippeswamy, S. & Joseph, M. M. (1992). Allometry in the wedge clam, *Donax incarnatus* (Gmelin) from Panambur beach, Mangalore. *Ind. J. Mar. Sci.*, 21, 161-163.

- Wade, B. A. (1967a). Studies on the biology of the West Indian beach clam *Donax denticulatus* Linne. Ecology. *Bull. Mar. Sci.*, 17, 149-174.
- Wade, B. A. (1967b). On taxonomy, morphology, and ecology of the beach clam, *Donax striatus* Linne. *Bull. Mar. Sci.*, 17, 723-740.
- Wade, B. A. (1968). Studies on the biology of the West Indian beach clam, *Donax denticulatus*. Linne. Life History. *Bull. Mar. Sci.*, 18, 876-901.
- Wilbur, K. M. & Owen, G. (1964). Growth. En K. M. Wilbur & C. M. Yonge (Eds.), *Physiology of Mollusca* (pp. 211-242). New York, EE.UU.: Academic Press.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. (4th. ed.). New Jersey, EE.UU.: Prentice-Hall Inc.