

Crecimiento y ciclo reproductivo de *Polymesoda radiata* (Bivalvia: Corbiculidae) en Costa Rica

Eleazar Ruiz Campos¹, Jorge Cabrera Peña², Rafael A. Cruz² y José A. Palacios²

¹ Centr de investigaciones en Ciencias del Mar (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica.

² Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia 86-3000, Costa Rica.

Recibido 23-IX-1997. Corregido 18-VI-1998. Aceptado 23-VI-1998.

Abstract: A population of green clam, *Polymesoda radiata* was sampled from August 1992 through July 1993 in Bebedero river, Guanacaste, Costa Rica (n= 978) for demographic data. Mean values (followed by ranges) were: shell length 32.29 ± 7.63 mm (6.9-44.10 mm). The mean total weight was 11.13 ± 5.71 g (0.4-23.98 g). Data analysis showed a isometric relationship between length and total weight, represented by the equation : $Pt=2.07 \times 10^{-4} Lt^{3.01}$ ($r=0.987$, $p < 0.01$). Von Bertalanffy's equations were: for length $Lt=45 [1 - e^{-1(t+0.06)}] / (0.5/2)$ sen 2 $((t-0.65))$ and for weight $Pt= 26.53 (1 - e^{-1(t+0.06)})^3$. The growth rate for total length was 2.25 ± 0.66 mm/month for the first year (0.83 ± 0.24 the second year and 0.26 ± 0.1 for other months). Individuals become sexually mature throughout the year. The mean sex ratio was 1.00 male : 0.61 females. Spawning suggested that minimum size at sexual maturity was 7.80 mm of Lt. The largest number of ripe individuals was found in the dry season. Spawning peaks were in December and March. Histologically this is a dioecious bivalve with stable gonocorism.

Key words: *Polimesoda radiata*, bivalvia, growth, gonadic development, spawning cycle, clam, Costa Rica.

Polymesoda radiata (Hanley 1844) conocida comúnmente como almeja verde o almeja de lodo, se distribuye desde Mazatlán, México hasta Ecuador; se encuentra principalmente cerca de la desembocadura de los ríos en la zona de transición entre agua salobre y dulce (Morton 1985, Severej 1993).

La información de que se dispone sobre *P. radiata* en Centroamérica, en especial Costa Rica es escasa, se refiere principalmente a trabajos de tipo taxonómico (Olsson 1961, Keen 1971, Bernard 1983, Severej 1993, Cruz y Jiménez 1994), a pesar de ser una especie importante para consumo humano.

Entre los principales trabajos realizados en el género *Polymesoda* se encuentran los de

Castaing *et al.* (1980), quienes estudiaron la distribución de *P. inflata* en los manglares de la costa pacífica de Costa Rica; Duobinis-Gray y Hackney (1982), informan de la distribución espacial y estacional de *P. carolianna* en Mississippi, EUA; Báez (1985), estudió el ciclo reproductivo y la composición química de la carne de *P. inflata* en Pochote, Costa Rica; y Morton (1985) informa de la estrategia reproductiva de *P. erosa* en Hong Kong, China.

El objetivo de este trabajo fue determinar la biometría, crecimiento y ciclo reproductivo de *P. radiata* en el río Bebedero, Guanacaste, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con un total de 978 ejemplares de *Polymesoda radiata*, recolectados mensualmente en forma manual y al azar entre agosto de 1992 y julio de 1993, en un banco natural en la ribera izquierda del Río Bebedero a 5 km de Puerto Nispero, Costa Rica (10° 16' 44" N y 85° 14' 37" O).

A cada ejemplar se le midió longitud total (Lt), altura (A) y diámetro (D) con una precisión de 0.01 mm y el peso total (Pt) con una precisión de 0.05 g (Cruz 1989, Caballero *et al.* 1996/1997). Se determinó la estadística descriptiva, matriz de correlación entre las variables medidas, el crecimiento relativo $Pt = a Lt^b$ (Theisen 1968) y las ecuaciones de crecimiento de Von Bertalanffy (Gayaniolo *et al.* 1989).

Una muestra de 186 ejemplares se utilizó para establecer el ciclo reproductivo y la proporción sexual y otra de 55 individuos para determinar la talla mínima reproductiva; éstos se agruparon arbitrariamente en cinco ámbitos de Lt : 1 (3.60-5.60 mm), 2 (5.61-7.61 mm), 3 (7.62-9.62 mm), 4 (9.63-11.63 mm), 5 (11.64-14.64 mm). Se trabajó con secciones de la masa visceral y del manto, las que fueron fijadas en Bouin, posteriormente incluidas en parafina y cortadas a 7 micras para su tinción con hematoxilina-eosina (Howard y Smith 1983). El examen al microscopio del tejido gonadal fue realizado asignando las categorías de inmaduro o indiferenciado, maduro y desovado (machos y hembras), para la talla a primera madurez sexual. Para el estudio histológico del ciclo reproductivo de los adultos (> de 7.80 mm de Lt) se asignaron las categorías de gametogénesis, maduros y desovados de acuerdo con Cruz (1984

a, b), Palacios (1985) y Cruz y Villalobos (1993). Las mismas se definen como sigue:

Gametogénesis: Fase que se caracteriza por la multiplicación y ordenamiento de las células sexuales. En las hembras los oogonios se pueden encontrar en la periferia unidos a las paredes de la gónada y también se encuentran óvulos periformes. El número de óvulos libres y adheridos es aproximadamente igual. En los machos las espermatídas pueden estar pegadas a la periferia de los lobulillos o encontrarse sin ningún ordenamiento.

Maduros: En las hembras los óvulos se ven libres en el lumen y de forma redondeada llenando todo el espacio. Los lobulillos se consideran maduros cuando el número de óvulos libres es mayor que los adheridos. Los machos muestran los lobulillos totalmente llenos de espermatozoides con los flagelos dirigidos hacia el centro del lumen y formando bandas concéntricas.

Desovados: En las hembras los lóbulos se ven vacíos con pocos óvulos redondeados. En los machos se ven pocos espermatozoides hacia el centro del lumen. En ambos casos las paredes de las gónadas se comienzan a desintegrar.

RESULTADOS

La estadística descriptiva para *P. radiata* muestra que la mayor desviación estándar se presenta con el peso total y que el mayor ámbito se obtiene para Lt (Cuadro 1). La variable que mejor se ajusta para la descripción taxonómica es altura, dada su poca variabilidad (coeficiente de variación= 22.74). Los coeficientes de correlación para las variables morfológicas

CUADRO 1

Estadística descriptiva para Polymesoda radiata en río Bebedero, Guanacaste, Costa Rica.

Parámetro	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Coef. Var.
Longitud total (mm)	32.29	7.63	6.90	44.10	23.63
Altura (mm)	28.45	6.47	6.80	40.50	22.74
Diámetro (mm)	17.99	4.18	4.30	32.20	23.23
Peso total (g)	11.13	5.71	0.40	23.98	51.30

presentan un ámbito entre 0.927 y 0.9888, o sea, explican satisfactoriamente las variables dependientes, dado que los valores son significativamente altos a un valor crítico de ± 0.56108 ($p < 0.05$).

mm de Lt se distinguen células sexuales tanto en machos como en hembras, sin embargo, es solo a partir de la talla 7.80 mm de Lt que se encuentran individuos desovados.

CUADRO 2

Frecuencia de los estadios de madurez sexual para establecer la talla a la primera madurez sexual en *Polymesoda radiata* ($n = 55$), río Bebedero, Costa Rica.

Tallas (mm)	Fases de Madurez Gonádica			
	Indefinidos %	Desovados %	Machos %	Hembras %
3.60 - 5.60	100.0	-	-	-
5.61 - 7.61	-	-	66.7	33.3
7.62 - 9.62	-	33.3	25.0	41.7
9.63 - 11.63	-	5.6	77.7	16.7
12.64 - 14.64	-	-	58.0	42.0

La relación Lt-Pt para la población total se rige por la ecuación $Pt = 2.07 \times 10^{-4} Lt^{3.01}$ con un coeficiente de correlación (r) de 0.987 ($p < 0.01$), lo que indica un crecimiento de tipo isométrico.

El crecimiento calculado según la ecuación de Von Bertalanffy se rige por las ecuaciones: $Lt = 45 [1 - e^{-1(t+0.06)}]^{0.5/2} \text{ sen } 2 [(t-0.65)]$ para longitud total y $Pt = 26.53 (1 - e^{-1(t+0.06)})^3$ para peso total. Se estima que *P. radiata* tiene una tasa de crecimiento en Lt de 2.25 ± 0.66 mm/mes para el primer año, 0.83 ± 0.24 mm/mes para el segundo año y a partir de los 25 meses es 0.26 ± 0.10 mm/mes. La tasa de crecimiento en Pt es de 0.61 ± 0.33 g/mes para el primer año, de 0.87 ± 0.11 g/mes para el segundo año y a partir de los 25 meses en adelante 0.41 ± 0.14 g/mes.

Considerando el ámbito de longitudes totales encontradas (6.09 - 44.10 mm) se estima que la estructura de edad para la población de *P. radiata* en el río Bebedero oscila entre 0.25 y 3.2 años.

La frecuencia de estadios por ámbito de tallas (Cuadro 2) indica que todos los ejemplares examinados y comprendidos entre los 3.60-5.60 mm de Lt son indefinidos, caracterizándose por no presentar histológicamente coloración alguna en la región gonadal y sólo se observan células de tejido conjuntivo. A partir de la talla 6.62

La distribución por sexos (Fig. 1), indica que durante todo el periodo de estudio predominan los machos (8 meses) y sólo predominan las hembras en agosto y diciembre. Del total de 186 ejemplares examinados, 113 fueron machos (60.75 %) y 69 hembras (37.10 %) con una proporción sexual de 1.00 macho: 0.61 hembras. Se encontró en mayo 4 ejemplares hermafroditas, lo que representa un 2.15 % del total de la población.

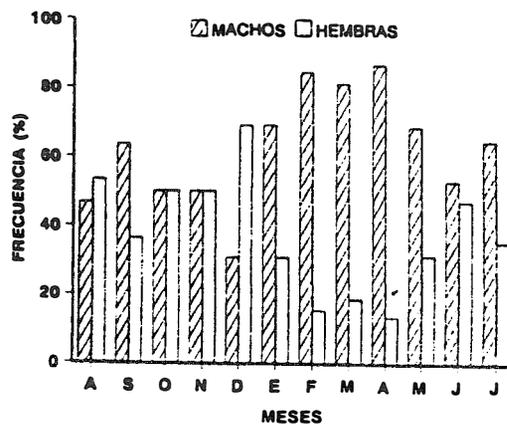


Fig. 1. Frecuencia mensual de sexos de *Polymesoda radiata* en el río Bebedero, Guanacaste, Costa Rica.

La variación mensual del desarrollo gonadal de *P. radiata* (Fig.2), describe individuos en los diferentes estadios durante todos los meses de estudio. El periodo de mayor desove ocurre desde diciembre a abril y corresponde a la época seca, con un pico de más intensidad en el mes de marzo (92.3 %) y un ámbito entre 69.2 % y 92.3 %. El mayor porcentaje de gametogénesis ocurre en enero (28.60 %).

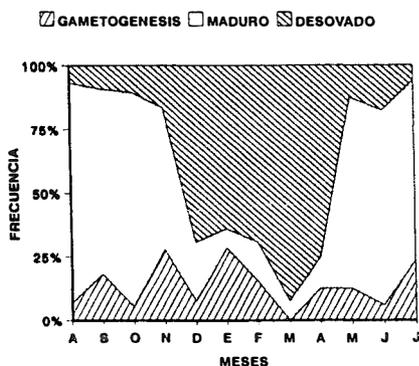


Fig. 2. Variación mensual del desarrollo gonadal de *Polymesoda radiata* en río Bebedero, Guanacaste, Costa Rica

DISCUSION

Los valores máximos de longitud total, altura y diámetro encontrados en el presente estudio (44.10 mm, 40.50 mm y 32.20 mm respectivamente), son mayores que los informados para la misma especie por Olsson (1961) (39.5 mm, 36.00 mm y 28.0 mm), Keen (1971) (40 mm, 36 mm y 28mm) y Cruz y Jiménez (1994) (43 mm de Lt y 22.5 de diámetro).

Las correlaciones entre los parámetros morfológicos medidos en esta especie, explican satisfactoriamente el comportamiento de las variables dependientes ($r < 0.927$ y $p < 0.05$, a un valor crítico de ± 0.56108) y el bajo coeficiente de variación de ellos, permite que estas variables puedan ser utilizadas en la caracterización taxonómica de la especie coincidiendo con lo informado para *Polymesoda inflata* por Báez (1985).

La tasa de crecimiento en Lt para el primer año (2.25 ± 0.66 mm/mes), es mayor que a la informada para *Polymesoda carolina* en Mississippi, EUA por Duobinis-Gray y Hackney (1982) (entre 0.7 y 1.4 mm/mes) y para *Donax dentifer* en Playa Garza, Costa Rica por Palacios *et al.* (1983)(2.07 mm/mes); siendo menor que para *Donax denticulata* en la India por Wade (1969) (3.0 mm/mes).

El concepto de edad límite propuesto por Taylor (1958), sugiere que *P. radiata* alcanzaría el 95 % de su Lt los 3.25 años y la longitud asintótica (45 mm) a los 3.33 años.

El crecimiento de esta especie es de tipo isométrico entre la longitud total y el peso total. La tasas de crecimiento en Pt (entre 0.87 ± 0.11 g/mes y 0.41 ± 0.14 g/mes), son menores que las informadas para *Dosinia exoleta* en Noruega por Tunberg (1983) (2.81 g/mes) y para *Protothaca asperrima* en Colorado de Abangares, Costa Rica por Palacios (1985) (4.0 g/mes).

Los resultados histológicos indican que *Polymesoda radiata* corresponde a una especie dioica, con un gonocorismo normal o estable dado su baja incidencia de hermafroditismo (2.15 %), lo que coincide con lo informado por Heller (1993) para diferentes moluscos; por Báez (1985) para *P. inflata* en Costa Rica; por Cruz (1986) para *Anadara grandis* en Costa Rica; y Cruz y Villalobos (1993) para *Mytella guayanensis* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

La proporción sexual promedio encontrada en *P. radiata* (1.00 macho:0.61 hembras) es semejante a lo informado por Báez (1985) para *Polymesoda inflata* en el manglar de Pochote, Costa Rica (1.00:0.65) y por Palacios (1985) para *Protothaca asperrima* en Colorado de Abangares, Costa Rica (1.00:0.63); difiere con lo informado por Cruz (1984 c) para *Anadara similis* en Jicaral, Costa Rica (1.00:0.83).

P. radiata presenta ejemplares desovados durante todo el año, coincide con lo informado por Giese y Pearse (1974) quienes señalan que los moluscos bivalvos de las zonas tropicales se caracterizan por tener desoves prolongados en su ciclo reproductivo; por Báez (1985) para *Polymesoda inflata* en el manglar de Pochote, Costa Rica; para *Protothaca asperrima* en Colorado

de Abangares, Costa Rica por Palacios (1985); y para *Crassostrea columbensis* en Golfo de Nicoya, Costa Rica por Caballero *et al.* (1996/1997).

En *P. radiata* el período de máximo desove ocurrió en los meses de la estación seca y por lo tanto los más calientes, coincidiendo con lo informado para *Prototaca asperrima* por Palacios (1985) y para *Anadara grandis* por Cruz (1987).

Dependiendo del tamaño de la especie, la talla mínima reproductiva se presenta a diferentes longitudes, es así que en *P. radiata*, la talla mínima para ambos sexos en que fue posible observar presencia de células sexuales fue 6.62 mm de Lt. Sin embargo, sólo se encontró ejemplares desovados a partir de la talla 7.80 mm de Lt por lo que se puede inferir que la talla mínima reproductiva corresponde a esta última y equivale a la cuarta parte de la longitud informada para la especie por Keen (1971).

La talla mínima reproductiva en *P. radiata* (7.80 mm) se encuentra en los ámbito reportados por Hall (1984) para *Corbicula fluminea* en Carolina del Norte, EUA (6.5-10.0 mm Lt); es menor que lo informado por Kennedy y Hueklem (1985) para *Corbicula* sp. en Maryland, EUA (9.6 mm Lt); por Morton (1985) para *Polymesoda erosa* en Hong Kong, China (35 mm); por Cruz (1987) para *Anadara grandis* en Costa Rica (21.0 mm); y por Morton (1990) para *Gafrarium pectinatum* en Hong Kong, China (16.0-20.0 mm).

Si se desea establecer una explotación sostenible del recurso *P. radiata*, se sugiere que su comercialización se realice con especímenes que tengan tallas superiores a los 30 mm, la que se alcanza a los 13 meses de edad, debido a que a partir de esa talla su crecimiento mensual disminuye, lo que coincide con Vélez (1976) quien señala que los moluscos en el tropico disminuyen su tasa de crecimiento después de haber alcanzado la madurez sexual.

RESUMEN

Se determinó el crecimiento, biometría, desarrollo gonádico, ciclo reproductivo y talla mínima reproductiva en *Polymesoda radiata* en el río Bebede o, Guanacaste Costa Rica, entre agosto 1992 y julio 1993. El promedio de la longitud total fue 32.29 ± 7.63 mm (ámbito entre 6.90 to 44.10 mm). El peso total fue 11.13 ± 5.71 g (ámbito entre 0.4 to 23.98 g). La relación Lt-Pt determinó que el crecimiento es de tipo isométrico y se rige por la ecuación $Pt = 2.07 \times 10^{-4} Lt^{3.01}$ ($r=0.987$, $p 0.01$). La ecuación generalizada de von Bertalanffy se rige para Lt por $Lt = 45 [1 - e^{-1(t+0.06)(0.5/2) \text{ sen } 2(t-0.65)}]$ y para peso total por $Pt = 26.53 (1 - [-1(t + 0.06)]^3)$. La tasa de crecimiento para Lt fue de 2.25 ± 0.66 mm/mes para el primer año, 0.83 ± 0.24 mm/mes para el segundo año y 0.26 ± 0.1 mm/mes para el resto de los meses. Durante todo el año se encontraron individuos en las diferentes etapas reproductivas. La proporción sexual para el periodo de estudio fue de 1.00 macho:0.61 hembras. La talla a la que se distinguen células sexuales tanto para machos como hembras fue de 6.62 mm y se establece como talla mínima reproductiva 7.80 mm, ya que a partir de ésta se observaron individuos desovados. La mayor actividad de desove se observó durante la época seca con dos picos máximos de desove al año, uno en diciembre y el otro en marzo. El análisis histológico determinó que la especie es dioica con un bajo porcentaje de hermafroditismo en la población (2.15 %).

REFERENCIAS

- Báez, R. 1985. Evaluación de algunos aspectos de la biología del molusco *Polymesoda inflata* (Philipp 1851) (Bivalvia: Corbiculidae), en el manglar de Pochote, Puntarenas, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 70 p.
- Bernard, F. 1983. Catalogue of the living Bivalvia of the Eastern Pacific Ocean: Bering Strait to Cape Horn. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 102 p.
- Caballero, A. F., J. Cabrera & Y. Solano. 1996/1997. Descripción del crecimiento y madurez sexual de una población de *Crassostrea columbensis* (Mollusca: Bivalvia). Rev. Biol. Trop. 44/45:335-339.
- Castaing, A., J. Jiménez & C. Villalobos. 1980. Observaciones sobre la ecología de manglares de la costa Pacífica y en relación con la distribución del molusco *Geloina inflata*, (Philippi) (Pelecypoda: Corbiculidae). Rev. Biol. Trop. 28:323-339.
- Cruz, R. 1984 a. Algunos aspectos reproductivo y variación mensual del índice de condición de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Costa Rica. Brenesia 31:21-24.

- Cruz, R. 1984 b. Algunos aspectos de la reproducción en *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda:Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32:45-50.
- Cruz, R. A. 1984 c. Algunos aspectos de la reproductivos y variación mensual del índice de condición de *Anadara similis* (Pelecypoda: Arcidae) de Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. *Brenesia* 22:95-105.
- Cruz, R. 1986. The reproductive cycle of the mangrove cockle *Anadara grandis* (Bivalvia:Arcidae), in Costa Rica. *Brenesia* 27/28:37-47.
- Cruz, R. 1987. Tamaño y madurez sexual en *Anadara grandis* (Pelecypoda:Arcidae). *Brenesia* 27:9 -12.
- Cruz, R. A. 1989. Variación mensual de la condición, composición bioquímica (proximal) y ciclo reproductivo del mejillón *Mytella guyanensis* (Bivalvia:Mytilidae). Tesis de Licenciatura en Biología, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 66 p.
- Cruz, R. & C. Villalobos. 1993. Shell length at sexual maturity cycle of *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) from Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 41:89-92.
- Cruz, R. & J. Jiménez. 1994. Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central. EFUNA, Heredia, Costa Rica. 182 p.
- Duobinis-Gray, E. & C. Hackney. 1982. Seasonal and spatial distribution of carolina marsh clam, *Polymesoda carolina* (Bosch) in Mississippi Tidal marsh. *Estuaries* 5:102-109.
- Gayanilo, F. C., J. Soriano & D. Pauly. 1989. A draft guide to Compleat ELEFAN. INCLARM software 2.70. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila. Contribution # 435;70 p.
- Giese, A. & J. Pearse. 1974. Introduction general principles. *In: Reproduction of marine invertebrates*. A. C. Giese y J. S. Pearse (eds). Vol. I. Academic, Nueva York. 546 p.
- Hall, J. 1984. Production of immature *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae), in Lake Norman, North Carolina. *Nautilus* 98:153-159.
- Heller, J. 1993. Hermaphroditism in molluscs. *Biol. J. Linnean Soc.* 48:19-42.
- Howard, D. & C. Smith. 1983. Histological techniques for marine bivalve mollusks. NOAA Technical Memorandum NMFS/NEC. 25:25-97.
- Keen, A. 1971. Sea shell of tropical west América. Stanford University, Stanford. 1064 p.
- Kennedy, V. & L. Huekelem. 1985. Gametogenesis and larval production in a population of the introduced asiatic clam, *Corbicula* .sp (Bivalvia:Corbiculidae), in Maryland. *Biol. Bull.* 168:50-60.
- Morton, B. 1985. The reproductive strategy of the mangrove bivalve *Polymesoda* (*Geloina*) *erosa* (Bivalvia:Corbiculidae) in Hong Kong. *Malacol. Review.* 18: 83-89.
- Morton, B. 1990. The life cycle and sexual strategy of *Gafrarium pectinatum* (Bivalvia:Veneridae) in a Hong Kong mangrove. *Malacol. Review* 23: 53-62.
- Olsson, A. 1961. Mollusks of the tropical eastern Pacific, particularly from the southern half of the Panamic-Pacific faunal province (Panamá to Perú). Panamic-Pacific Pelecypoda Paleontological Res. Inst. Ithaca, Nueva York. 574 p.
- Palacios, J. A., R. A. Cruz & O. Pacheco. 1983. Estructura poblacional y cuantificación de *Donax dentifer* Hanley, 1843 (Pelecypoda: Donacidae) en Playa Garza, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31:251-255.
- Palacios, J. 1985. Biometría, crecimiento y maduración sexual en la almeja blanca *Protothaca asperrima* (Pelecypoda:Veneridae) en Colorado de Abangares, Guanacaste, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 85 p.
- Severe, V. 1993. Taxonomic revision and phylogeny of the genus *Polymesoda* (Rafinesque 1820) (Bivalvia:Corbiculidae). Tesis Doctoral. University of Maryland, Maryland. 150 p.
- Theisen, B. F. 1968. Growth and mortality of culture mussels in Danish Wadden Sea. *Mddr. Danm. Fisk.* 6:47-48.
- Taylor, C. C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Inst. Explor.* 23:366-370.
- Tunberg, B. 1983. Growth of *Dosinia exoleta* L (Bivalvia) in Raunefjorden, Western Norway. *SARSIA* 68:41-45.
- Vélez, A. R. 1976. Crecimiento, edad y madurez sexual del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 15:65-72.
- Wade, B. 1969. Studies on biology of West Indian beach clam, *Donax denticulata* Linnaeus 2. Life history. *Bull. Mar. Sci.* 18:876-901.