

Madurez sexual, índice de condición y rendimiento de *Pinctada mazatlanica* (Pterioida: Pteriidae), Golfo de Nicoya, Costa Rica

Yonohide Solano López, Jorge Cabrera Peña, José A. Palacios y Rafael A. Cruz
Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia 86-3000, Costa Rica.

(Recibido: 9-IX-96 Revisado: 7-III-97 Aceptado: 8-III-97)

Abstract: The reproductive cycle, condition index and meat yield of 627 specimens of pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* were studied in Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, Costa Rica from September 1993 through September 1994. Sexual maturity was determined by a smear method and macroscopic observation of gonads. The sexes are separated and there is no sexual dimorphism. However, the gonadal tissue changes in consistency and color. The percentage of males and females was approximately 1.6: 1 (range 0.8: 1 to 4.5: 1). Throughout the study period individuals of unknown sex were found, with a mean of 6.60 ± 2.90 % (range 4.2 to 13.2 %). The minimum shell height at sexual maturity was 45 mm for males and females. The mean condition index was 18.92 ± 4.4 %. The condition index appropriately reflected the gonadic development. Mean population meat yield was 13.89 ± 3.7 % (range 14.13 to 29.1 %). Mature individuals occur yearround with two peaks of spawning activity observed in October 1993 and June 1994.

Key words: Condition index, yield, sexual maturity, *Pinctada mazatlanica*, pearl oyster.

Las pesquerías en Costa Rica y específicamente las del Golfo de Nicoya han disminuido notablemente en los últimos años, por lo cual se buscan nuevas alternativas, entre las que se encuentra el aprovechamiento del recurso malacológico, mediante el uso sostenible del mismo. Según Blanco y Montero (1992) y Palacios *et al.* (1983), los moluscos han sido por muchos años un producto importante en la dieta y economía de los habitantes de esta zona, debido a la calidad de su carne y contenido de proteína.

En Costa Rica, durante las últimas décadas han sido explotados de manera irracional los bancos de chucheca (*Grandiarca grandis*), Pianguas (*Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*), almejas (*Protothaca asperrina*) y mejillones (*Mytella guayanensis*) (Palacios

1985, Palacios *et al.* 1986 a y b, y Cruz 1989). Con respecto a *P. mazatlanica*, ésta fue sobreexplotada en el Golfo de Nicoya en el siglo XVI, según las crónicas de Fernandez (1950) y según los pobladores de Paquera (Casas 1995). sin embargo, en la actualidad con el auge turístico del país se ha iniciado su extracción nuevamente, lo que podría llevar a la declinación de sus poblaciones naturales, sino se conoce su potencial explotable. como sucedió con la misma especie en México (Monteforte y Cariño 1992). Aún cuando no hay reportes estadísticos de la extracción de *P. mazatlanica* en Costa Rica, es frecuente observar su comercio en los principales hoteles de playa en Guanacaste y Puntarenas.

En México Sevilla (1969), realizó estudios sobre el desarrollo gonadal de *P. mazatlanica*.

en otros miembros de la familia Pteriidae, como *Pteria sterna*, Araya y Bückle (1991), estimaron la época de fijación larval, a través del desarrollo gonádico micro y macroscopicamente. En *Pinctada margaritifera*, Thielley *et al.* (1993) mediante análisis histológico, describieron su gametogénesis y Rose *et al.* (1990) evaluaron su ciclo reproductivo. En *Pinctada radiata*, Almatar *et al.* (1993), efectuaron trabajos de madurez sexual.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el ciclo reproductivo, índice de condición y rendimiento en carne de *Pinctada mazatlanica*.

MATERIAL Y METODOS

Se recolectó un total de 627 individuos de *P. mazatlanica* en la parte Este de Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica (9°55'35" N; 84°54'14" W), desde setiembre 1993 a setiembre 1994.

A cada individuo se le midió altura (A), con una precisión de 0.05 mm, peso total (P_t), peso fresco de la carne (P_{fc}), peso de las valvas (P_v), todos con una precisión de 0.05 g. (FAO 1982, Cáceres *et al.* 1992 y Cruz 1989).

La diferenciación sexual se determinó microscópicamente por el método de frotis de la gónada y macroscópicamente por la coloración de la misma. La madurez gonadal se evaluó bajo una adaptación para *P. mazatlanica*, de los trabajos realizados por Pacheco *et al.* (1983) en *Crassostrea rhizophorae*, Palacios (1985) en *Prothotaca asperrima*, Araya y Bückle (1991) en *Pteria sterna* y Almatar *et al.* (1993) en *P. radiata*, por lo que los estadios de madurez gonadal se agruparon en 4 categorías: Indefinido (Macroscópicamente no se observa distribución de productos sexuales en las paredes de la masa visceral. En ningún caso por frotis es posible observar la presencia de gametos). Premaduro (La gónada tiene una distribución dorso-ventral, ensanchándose hacia los lados, ocupando del 10 al 90 % del espacio de la masa visceral. Microscópicamente se puede apreciar óvulos

periformes y con un núcleo poco visible, los espermios se presentan como puntos y sin movilidad. En hembras la gónada presenta una coloración amarillo-crema, en machos es de un color amarillo claro). Maduro (La gónada tiene una distribución dorso-ventral, ocupando la totalidad del espacio de la masa visceral y dorsalmente se ve a ésta totalmente hinchada. Microscópicamente se aprecia óvulos redondeados con núcleo visible. En hembras la gónada posee un color amarillo-cremoso intenso y en los machos es de color amarillo claro y los espermios presenta una activa movilidad). Desovado (Las gónadas se encuentran flácidas y microscópicamente se observa en forma dispersa óvulos redondeados en hembras y pocos espermios en machos).

Se determinó el índice de condición (P_{fc}/P_v) x 100 y el rendimiento $R = (P_{fc}/P_t) \times 100$, según lo propuesto por Nascimento *et al.* (1980) y Cabrera *et al.* (1983). Para estos análisis se tomó una submuestra de 20 ostras perleras por mes, abarcando el rango más amplio de tallas y se agrupó arbitrariamente los individuos en tres grupos de tallas 1 (<45), 2 (>45≤90) y 3 (>90).

RESULTADOS

La distribución mensual por sexos (Fig. 1), indica que durante todo el período de estudio se encontraron individuos indefinidos y un claro predominio de machos, a excepción de marzo y mayo de 1994. La proporción sexual promedio fue de 1.6 machos: 1 hembra, con un ámbito de 0.8 : 1 a 4.5 : 1.

La variación mensual del desarrollo gonadal de *P. mazatlanica* (Fig. 2), describe individuos en los diferentes estadios durante todos los meses con tres picos de madurez, en enero (70.7 %), marzo (70.0 %) y julio de 1994 (70.0 %) y dos picos máximos de desove en octubre de 1993 (32 %) y junio de 1994 (31 %), con un promedio de desove mensual de 17.53 ± 8.4 % para la población reproductivamente activa.

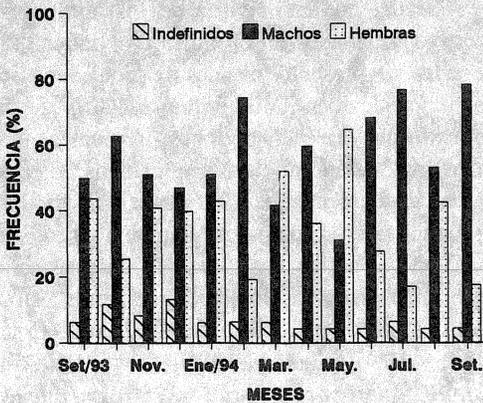


Fig. 1. Distribución mensual por sexos para la población de *P. mazatlanica*, Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

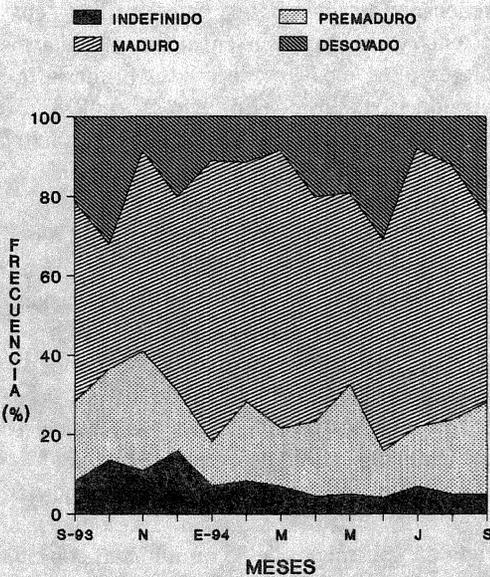


Fig. 2. Desarrollo gonadal mensual de *P. mazatlanica*, Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

El índice de condición promedio mensual, presentó tres picos máximos durante el período de estudio (Fig. 3), el primero en setiembre de 1993 ($21.51 \pm 4.3 \%$), el segundo en noviembre de 1993 ($28.16 \pm 4.9 \%$) y el tercero en julio de 1994 ($21.7 \pm 6.1 \%$). Con un comportamiento descendente con variaciones mensuales de noviembre a julio, obteniendo un pico mínimo ($10.77 \pm 1.4 \%$) en octubre de

1993 y junio de 1994. El índice de condición promedio para el período de estudio fue de $18.92 \pm 4.4 \%$.

El comportamiento del índice de condición para la población, en relación con los grupos de tallas establecidos (Fig. 4), muestra que las tallas menores de 45 mm presentan los valores más altos a excepción de setiembre de 1993, abril, junio y julio de 1994.

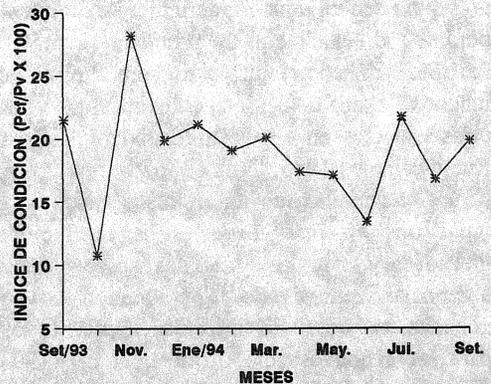


Fig. 3. Variación mensual del índice de condición para *P. mazatlanica*, Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

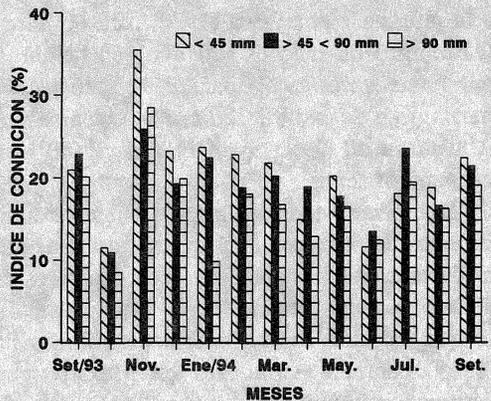


Fig. 4. Índice de condición por grupo de talla, *P. mazatlanica*, Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Debido a la alta correlación entre la variación mensual del índice de condición para los individuos en estadio maduro y el porcentaje de la madurez sexual, se puede deducir que el

índice de condición es un buen indicador del grado de madurez sexual ($r=0.98$, $p < 0.05$).

El rendimiento en carne promedio para el período de estudio fue de 13.89 ± 3.7 %, con un ámbito entre 14.13 % y 29.1 %.

DISCUSION

La distribución mensual por sexos, indica la presencia de individuos indefinidos sexualmente durante todo el año con un promedio de 6.59 ± 2.9 %, así como un claro predominio de machos, lo que coincide con lo informado para otras especies en el Golfo de Nicoya, Costa Rica (Palacios 1985, Cruz 1986).

P. mazatlanica es un molusco dioico y al igual que en otras especies de la familias Pteriidae y Arcidae, los sexos se pueden diferenciar a través de la coloración de sus gónadas, tal como lo informa Sevilla (1969) para la misma especie, Almatar *et al.* (1993) para *P. radiata*, Cruz (1984) y Ampie y Cruz (1989) para *Anadara tuberculosa*.

La talla correspondiente a la primera madurez sexual obtenida en el presente estudio fue de 45 mm para ambos sexos, talla superior a la informada por Wada (1990) para *P. fucata* (17.5 mm) en machos (26 mm) en hembras. por Jiang *et al.* (1993) para *P. martensii*, (40 mm ambos sexos) e inferior a la obtenida por Almatar *et al.* (1993) para *P. radiata* (50 mm para ambos sexos).

La especie estudiada presentó durante todo el período de estudio los cuatro estadios de madurez gonadal establecidos, con dos picos de desove máximo (octubre 1993 y junio 1994). lo que coincide con lo informado por Sevilla (1969) para *P. mazatlanica* en México, con desoves máximos en mayo y finales de setiembre. por Coreoli *et al.* (1983) para *P. mazatlanica* y *P. margaritifera* en la Polinesia Francesa, con máximos de desove en junio y octubre y difiere con lo informado por Wada (1990) y Wada *et al.* (1995) para *P. fucata*, con un desove máximo entre junio y julio. por Caceres *et al.* (1992) para *P. mazatlanica*, con desove máximo en setiembre.

Al igual que la mayoría de los moluscos bivalvos estudiados en el Golfo de Nicoya, *P. mazatlanica* presentó un desove continuo, lo que coincide con Villalobos (1980) quien informó que en las regiones tropicales los individuos están sujetos a presiones físicas severas de ambiente que han favorecido períodos reproductivos prolongados. Sin embargo, la época en que se dan los máximos desoves para *P. mazatlanica*, no coincide con algunos éstos bivalvos, como es el caso de *A. similis* (Cruz 1984), *Mitella guyanensis* (Sibaja 1986), *Chione subrugosa* (Cruz 1986), *Tagelus peruvianus* (Rojas *et al.* 1988), los cuales presentan el desove masivo en los primeros meses del año. Este fenómeno podría estar relacionado con los afloramientos que se producen a principios de año en las aguas costeras y que explican en alguna medida los valores altos en la productividad primaria que han sido señalados por Epifanio *et al.* (1983). o bien podría ser influenciada de ciertos parámetros como la temperatura o la salinidad (Sastry 1976).

En relación con el índice de condición, en el presente estudio, éste puede servir como parámetro para la determinación de la madurez de *P. mazatlanica*, debido a su alta correlación con ésta, resultado semejante al obtenido por Araya y Bückle (1991) en *Pteria sterna*, donde se tiene un descenso súbito del índice de condición, después de un evento de desove.

Los mayores valores de índice de condición encontrados en *P. mazatlanica* corresponden al grupo de talla menor de 45 mm, lo que coincide con lo observado por Nascimento y Pereira (1980) en *Crassostrea rhizophorae* los cuales atribuyen esta tendencia a que las ostras jóvenes son usualmente más planas y con valvas delgadas, por lo que el espacio interno entre las mismas es ocupado en su totalidad por el cuerpo del organismo, por lo que sus índices de condición son relativamente más elevados.

El rendimiento en carne promedio de esta especie (13.89 %), es relativamente bajo comparado con el obtenido por Cabrera *et al.* (1983) para *Crassostrea rhizophorae* (18.17 %), Cruz y Palacios (1983) para *Anadara*

tuberculosa (16.31 y 20.34 %) y por Cabrera *et al.* (1995) para *Modiolus capax* (24.60 - 27.20 %).

RESUMEN

Se determinó el índice de condición, rendimiento y madurez gonadal de *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856), en Isla Pan de Azúcar, Golfo de Nicoya, entre setiembre de 1993 y setiembre de 1994. El rendimiento en carne promedio fue de 13.89 ± 3.70 %, con un ámbito entre 29.1 % y 14.13 % y el índice de condición promedio fue de 18.92 ± 4.4 %, con un ámbito entre 10.77 % y 28.26 %. Durante todo el año se encuentran individuos maduros, con dos picos de desove máximo en octubre 1993 y junio 1994.

REFERENCIAS

- Almatar, S., E. Carpenter, R. Jackson, S. Ahazeem, A. Al-Saffar, A. Abdul & Carpenter. 1993. Observations on the pearl oyster fishery of Kuwait. *J. Shellfish Res.* 12: 35-40.
- Ampie, C. y R. Cruz. 1989. Tamaño y madurez sexual de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Costa Rica. *Brenesia*. 31: 21-24.
- Araya, N. & F. Bückle. 1991. Gonad maturity, induction of spawning, larval breeding and growth in the american pearl oyster (*Pteria sterna*, Gould). *Calif. Fish Game*. 77: 181-183.
- Blanco, A. M. & M.C. Montero. 1992. Composición química nutricional de la carne de cambute *Strombus galeatus* (Mesogastropoda: Strombidae). *Rev. Biol. Trop.* 40: 89-93.
- Cabrera, J., E. Zamora y O. Pacheco. 1983. Determinación del tamaño comercial de la ostra de manglar, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828) en sistema de cultivo suspendido en Estero Vizcaya, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 257-261.
- Cabrera, J., R. Cruz, Y. Solano & M. Protti. 1995. Biometría de *Modiolus capax* (Bivalvia: Mytilidae) en Playa Ocotal, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 43: 173-176.
- Cáceres, C., C. Ruiz & D. Ramirez. 1992. Experimental collection of pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna*, spat on a filament substrate. *J. World Aquaculture Soc.* 23: 232-240.
- Caceres, C. M., A. Ruiz & R. Dávila. 1989. Preengorda de almeja voladora *Pecten vogdesi* (Arnold 1906) en un sistema submarino. *Rev. Lat. Acui. Lima, Perú.* 39: 38-44.
- Casas, H. M. 1995. *Almanaque Peninsular*. Ed. Servitex Flores, S.A. San José, Costa Rica. pp 40-43 p.
- Coreoli, M., D.L. de Gaillánde, J. P. Landret & D. Coatanea. 1984. Recent innovations in cultivation of molluscs in French Polynesia. *Aquaculture*, 39: 45-67.
- Cruz, R. A. & J. A. Palacios. 1983. Biometría del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 45-50.
- Cruz, R.A. 1984. Algunos aspectos reproductivos y variación mensual del índice de condición de *Anadara similis* (Pelecypoda: Arcidae) de Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. *Brenesia*. 22: 95-105
- Cruz, R. A. 1984. 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. 1986. Gametogénesis y desove de *Chione subrugosa*. *UNICIENCIA*. 3: 31-36.
- Cruz, R. A. 1986. Tamaño y madurez sexual en *Anadara grandis* (Pelecypoda: Arcidae), *Brenesia*. 27: 9-12.
- Cruz, R. A. 1989. Tamaño y madurez sexual de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Costa Rica. *Brenesia*. 31: 21-24.
- Cruz, R. A. 1989. Variación mensual de la condición, composición bioquímica (proximal) y ciclo reproductivo del mejillón *Mytella guayanensis* (Bivalvia: Mytilidae) Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 66 p.
- Epifanio, C. E., D. Maurer & A. Dittel. 1983. Seasonal changes in nutrients and dissolved oxygen in the Gulf of Nicoya, a tropical estuary on the Pacific coast of Central America. *Hydrobiologia*. 101: 231-238.
- FAO. 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de tallas y edad para la evaluación de poblaciones de peces. *FAO Circ. Pesca*. 736: 101 p.
- Fernández, G. 1950. Sumario de la Natural Historia de las Indias. Fondo de Cultura Económica, México. 235p.
- Jiang, W. G., G. Li, G. Xu, Y. G. Lin & N. Qing. 1993. Growth of the induce triploid pearl oyster *Pinctada martensi* (D). *Aquaculture*. II: 245-253.
- Monteforte, M. & M. Cariño. 1992. Exploration and evaluation of natural stocks of pearl oyster *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae): La Paz Bay, South Baja California, México. *AMBIO*. 21: 314-320.
- Nascimento, I., S. Pereira & F. Souza. 1980. Determination of the optimum commercial size for the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) in Todos Los Santos Bay, Brazil. *Aquaculture*. 20: 1-8.
- Nascimento, I. & S. Pereira. 1980. Changes in the condition index for mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) from Todos os Santos Bay, Salvador, Brazil. *Aquaculture*. 20: 9-15.
- Pacheco, O., J. Cabrera & E. Zamora. 1983. Crecimiento y maduración sexual de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828), cultivada en sistema suspendido en Estero Vizcaya, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 51-255.

- Palacios, J. A., R. A. Cruz & O. Pacheco Urpi. 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. A. 1985. Biometría, crecimiento y maduración sexual en la almeja blanca *Protothaca asperrima* (Pelecypoda: Veneridae) en Colorado de Abangares, Guanacaste, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 85 p.
- Palacios, J., A. Rodríguez, R. A. Cruz & J. Bolaños. 1986 a. Estudio sobre la biología de *Protothaca asperrima* (Pelecypoda: Veneridae) I. Distribución y cuantificación. *Brenesia*. 25-26: 1-11.
- Palacios, J. A., R. A. Cruz, J. Bolaños & J. A. Rodríguez. 1986 b. Estudio sobre la biología de *Protothaca asperrima* (Pelecypoda: Veneridae) III. Ciclo reproductivo. *Brenesia*. 25/26: 23-32.
- Rojas, J., C. E. Villalobos, F. Chartier & C. R. Villalobos. 1988. Tamaño, densidad y reproducción de la barba de hacha *Tagelus peruvianus* (Bivalvia: Solecurtidae) en el estero de Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 479-483.
- Rose, R. A., R. E. Dybdahl & S. Harders. 1990. Reproductive cycle of the Western Australian Silverlip Pearl Oyster, *Pinctada maxima* (Jameson) (Mollusca: Pteriidae) *J. Shellfish Res.* 9: 261-272.
- Sastry, A. N. 1976. Pelecypoda (excluding Ostreidae). 5: 369 p. In A. C. Giese and J. S. Pearse (eds). *Reproduction in Marine Invertebrates*. Academic Press. Inc. USA.
- Sevilla, M. L. 1969. Contribución al conocimiento de la madre perla *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856). *Rev. Soc. Mexicana. Hist. Nat.* 30: 360-372.
- Sibaja, W. G. 1986. Madurez sexual en el mejillón Chora *Mytella guyanensis*, Lamarck, 1819 (Bivalvia: Mytilidae) del Manglar en Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34: 151-156.
- Thielley, M., M. Weppe & Ch. Herbaut. 1993. Ultrastructural study of gametogenesis in the French Polynesian Black pearl oyster *Pinctada margaritifera* (Mollusca: Bivalvia) *J. Shellfish Res.* 2: 41-47.
- Villalobos, C. R. 1980. Variations in population structure in the genus *Tetraclita* (Crustacea: Cirrepedia) between temperate and tropical populations. IV. The age structure of *T. stalactifera* and concluding remarks. *Rev. Biol. Trop.* 28: 353-359.
- Wada, K. 1990. The pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) (Family Pteriidae) 18: 245-260. In W. Menzel. (ed) *Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture*. CRC. Boca Raton, Florida, USA.
- Wada, K., A. Komaru, Y. Ichimura & H. Kurosaki. 1995. Spawning peak occurs during winter in the Japanese subtropical population of the pearl oyster *Pinctada fucata fucata* (Gould 1850). *Aquaculture*, 133: 3-4.