

**PRODUCCIÓN SOMÁTICA Y RENDIMIENTO DEL OSTIÓN *Crassostrea virginica* EN LA LAGUNA EL CARMEN, TABASCO, MÉXICO**

**[SOMATIC PRODUCTION AND MEAT YIELD OF THE OYSTER *Crassostrea virginica* FROM EL CARMEN LAGOON, TABASCO, MEXICO]**

**Luis Alberto Arias Luna<sup>1</sup>, Nancy Patricia Brito-Manzano<sup>1§</sup>, Armando Gómez-Vázquez<sup>1</sup>, Perla Montserrat Vargas-Falcón<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, CP 86280, Villahermosa, Tabasco, México. Tel. 9933581585 Ext. 1429151 y Fax: 9931429150. §Autor para correspondencia: (Nancy.brito@ujat.mx).

**RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar la producción somática del ostión (*Crassostrea virginica*), con varios índices fisiológicos de condición (PCI's) a lo largo de un ciclo anual. Mensualmente se recolectaron de forma aleatoria 200 organismos de la laguna, determinándose los siguientes índices; peso seco de tejidos/peso húmedo de tejidos (PSTe/PHTe), peso húmedo de tejidos/peso húmedo de concha (PHTe/PHC) y peso seco de tejidos/peso seco de concha (PSTe/PSC). Los promedios de estos índices se compararon entre sí y a lo largo de un ciclo anual, con el fin de determinar el estado fisiológico general del ostión y su variabilidad temporal. El rendimiento en carne promedio fue de  $37.45 \pm 3.7\%$ , con un rango entre 13.95% y 95.59% y el PSTe/PHTe, con un valor mínimo en noviembre. En el PHTe/PHC, se encontraron tres picos bien marcados, mientras que en PST/PSC, se registraron dos picos.

**Palabras clave:** Ostión, producción somática, rendimiento.

**ABSTRACT**

The objective of the research was to evaluate the somatic production of the oyster *Crassostrea virginica*, with various physiological indices of condition (PCI's) throughout an annual cycle. 200 organisms were randomly collected monthly from the lagoon, determining the following indices; wet flesh weight / wet shell weight (WFW/WSW), dry flesh weight / wet flesh weight (DFW/WFW) and dryflesh wet / dry shell weight (DFW/DSW)). The average of these indices were compared with each other and throughout an annual cycle, in order to determine the general physiological state of the oyster and its temporal variability. The average meat yield was  $37.45 \pm 3.7\%$ , with a range between 13.95% and 95.59% and the PSTe / PHTe, with a minimum value in November. In the PHTe / PHC, three well-marked peaks were found, while in PST / PSC, two peaks were recorded.

**Index words:** Oyster, meat yield, somatic production.

**INTRODUCCION**

La condición somática de bivalvos, en términos del contenido de biomasa de tejido, ha sido frecuentemente evaluada a través de índices de condición, que generalmente se refieren a la cantidad relativa de carne y son ampliamente utilizados en moluscos para estimar su valor nutritivo, comercial y también ecológico. Tales índices pueden relacionarse con variables como el estado reproductivo, la relación talla-peso, el rendimiento en carne y, además permiten conocer cómo responde el organismo a las variaciones del ambiente (Acosta *et al.*, 2006, Bautista, 2019).

Autores como Gabbott and Walker (1971), mencionan que los índices de condición son útiles para caracterizar el ciclo sexual, pero que se utilizan principalmente para determinar el estado de salud del organismo como respuesta al estrés. De tal manera, que los índices de condición indican el estado nutritivo y/o fisiológico del animal, el cual es reflejo de las condiciones ambientales en que se desarrolla el animal. Además, en ciertas condiciones como estarvación, los bivalvos tienden a compensar pérdidas orgánicas consumiendo agua, lo que da una falsa impresión de su condición real. Los valores elevados de estos índices corresponden a cambios en el peso seco del tejido y pueden indicar períodos de madurez o liberación de gametos.

Los índices de condición más comunes que se han utilizado en moluscos bivalvos, evalúan los cambios en la biomasa del organismo entero o de un tejido particular sobre el conjunto de actividades fisiológicas de dichos organismos, incluyendo su crecimiento, nutrición, reproducción, y metabolismo, y también se emplean para detectar la presencia de contaminantes o enfermedades y su efecto (Brown y Hartwick, 1988; Crosby y Gale, 1990; Mason y Nell, 1995; Baghurst y Michell, 2002). Lo anterior se determina debido a que los cambios en estos índices reflejan déficits energéticos asociados a estrés ambiental, transferencia de energía entre la gónada y tejidos somáticos, o bien a la pérdida de energía acumulada durante el desove y liberación de gametos. Entre los índices que más se utilizan se encuentran: el índice de PSTe/PHTe, que es el más sencillo y práctico para determinar el cambio en la biomasa húmeda o seca de la masa visceral, incluyendo el tejido gonádico, con el fin de monitorear la actividad reproductiva de los organismos (Okumus y Stirling, 1998; Mladineo *et al.*, 2007); además, su valor disminuye y la proporción de agua aumenta.

En este índice, valores bajos indican que se realizó un esfuerzo biológico mayor para mantenerse energéticamente en condiciones de enfermedad o en la producción y expulsión de gametos (Lucas y Beninger, 1985). Crosby y Gale (1990) lo citan como un índice absoluto que compara el metabolismo dirigido a procesos de calcificación con el metabolismo enfocado hacia procesos somáticos y gametogénicos, por lo tanto, no es un índice del estado nutritivo. Sin embargo, Rainer y Man (1992) sí lo toman como un indicador del estrés nutritivo, ya que estos procesos son afectados por estrés a corto plazo y continuamente ajustado por vías metabólicas y catabólicas. El índice PTSe/PST, fue propuesto por Gabbott y Walker (1971), como una forma de evaluar y comparar la condición de organismos en el medio natural y en condiciones de laboratorio. La relación PSTe/PSC elimina las fluctuaciones del contenido de agua del tejido entero y se estandariza fácilmente.

Sin embargo, no existe algún estudio en Tabasco que evalúe comparativamente el índice de condición de este bivalvo y lo relacione con características biológicas y ambientales. Debido a la importancia económica y ecológica de *Crassostrea virginica*, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la condición somática de éste ostión, basándose especialmente en tres índices fisiológicos de condición, relacionados con factores biológicos y establecer la posible influencia de variables ambientales, en los tres bancos ostrícolas de mayor importancia para su pesquería en laguna El Carmen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estado fisiológico del ostión *Crassostrea virginica* se calculó de manera mensual para 200 individuos, los cuales se obtuvieron en la Laguna El Carmen, Tabasco, los cuales fueron transportados en recipientes isotérmicos al laboratorio de calidad del agua para realizar las biometrías y posteriormente, la obtención de los índices de condición correspondientes. A cada individuo se le midió longitud total (Lt), con una precisión de 0.05 mm, así como también se les registró el peso húmedo total (PHT, peso húmedo del tejido (PHTe), peso húmedo de la concha (PHC), peso seco del tejido (PSTe), peso seco de la concha (PSC). El organismo se disectó para obtener el peso húmedo de los tejidos y la concha por separado. Los pesos se realizaron con una balanza de precisión 0.01 g. Para obtener el peso seco de tejidos y concha, se procedió a secar las

muestras en una estufa por 24 h a 100 °C (FAO, 1982; Cáceres-Martínez *et al.*, 1992; Solano-López *et al.*, 1997).

Se obtuvieron medias y desviaciones estándar de cada una de las medidas de tallas y pesos para cada mes. Para determinar el estado fisiológico se calcularon de manera mensual, para una muestra de 60 organismos, los índices fisiológicos de condición siguientes: IC1: peso húmedo de los tejidos / peso húmedo de la concha (PHTe/PHC), IC2: peso seco de tejidos / peso húmedo de tejidos (PSTe/PHTe) e IC3: peso seco de tejidos / peso seco de la concha (PST/PSC) (Lucas y Beninger 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

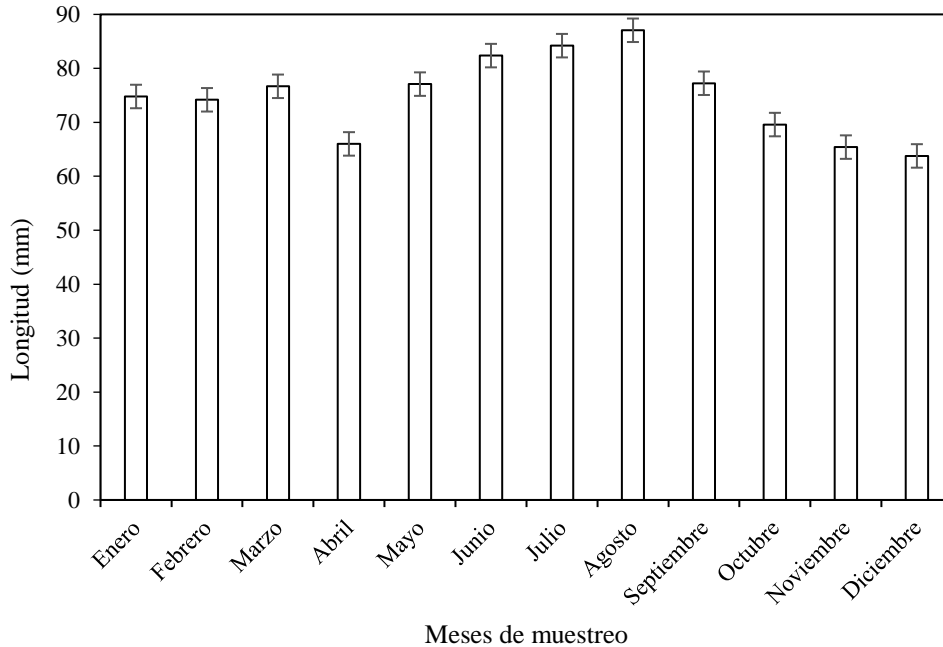
Los promedios del análisis descriptivo de los parámetros morfométricos, se presentan en el Cuadro 1. Se puede observar que la longitud total (Lt) presentó ligeras variaciones en los valores mensuales, registrando las tallas más grandes de abril a septiembre y las menores de diciembre a febrero (Cuadro 1, Figura 1).

**Cuadro 1.** Valores promedio de los parámetros morfométricos, e índices de condición, valores mínimo y máximo de rendimiento del ostión *Crassostrea virginica* en la laguna El Carmen, Tabasco, México.

Variables	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
PHT (g)	40.53	42.54	40.79	29.29	29.86	33.79	27.13	32.23	26.15	29.15	25.93	40.57
PHC (g)	0.72	31.33	41.96	3.66	9.39	3.96	3.53	3.89	16.57	20.56	19.46	30.17
PHTe (g)	6.21	6.91	6.58	21.55	15.96	25.22	18.95	22.90	6.32	4.85	3.37	5.06
PSTe (g)	0.92	1.09	2.26	0.44	0.56	0.48	0.41	0.50	0.60	0.70	0.84	0.94
PSC (g)	27.22	42.36	26.50	19.02	18.96	22.11	17.04	20.01	17.11	18.13	15.54	26.45
PST (g)	28.13	43.44	28.76	19.46	19.52	22.59	17.45	10.51	17.71	18.83	16.37	27.39
R <sub>1</sub>	15.02	15.80	15.92	71.63	46.82	74.69	69.78	71.20	22.43	18.80	14.99	13.12
R <sub>2</sub>	16.86	29.39	30.61	184.44	124.54	95.59	184.44	124.56	184.06	68.12	207.03	24.61

PHT = peso húmedo total, PHC = peso húmedo de la concha, PHTe = peso húmedo del tejido, PSTe = peso seco del tejido, PSC = peso seco de la concha, PST = peso seco total, R<sub>1</sub> = rendimiento mínimo, R<sub>2</sub>= rendimiento máximo.

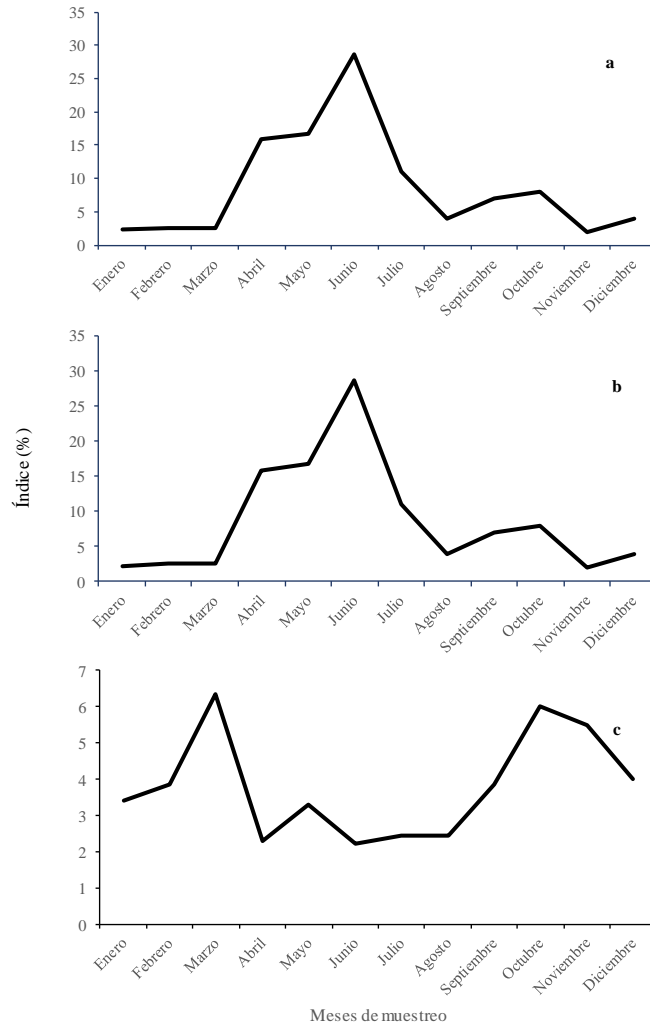
El rendimiento en carne promedio para el período de estudio fue de  $71.85 \pm 26.82\%$ , con un rango entre 13.12 y 207.03% (Cuadro 1). Este rendimiento en carne promedio de esta especie ( $71.85 \pm 26.82\%$ ), es alto comparado con el obtenido por Cabrera *et al.* (1983) para *Crassostrea rhizophorae* (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%). Con respecto al peso húmedo total presentó el mismo comportamiento que la longitud, con valores más altos de abril a agosto y el menor valor registrado en noviembre (Cuadro 1).



**Figura 1.** Distribución de la longitud total (Lt) del ostión (*Crassostrea virginica*) de la laguna El Carmen, Tabasco, México.

En el índice peso húmedo de los tejidos/peso húmedo de la concha (PHTe/PHC) (Figura 2a), se encontraron tres picos bien marcados, uno en el mes de abril, otro en junio y el más grande en septiembre, el valor más bajo de éste índice se observó en diciembre con un valor de 17%. El índice peso seco tejidos/peso húmedo de tejidos (PSTe/PHTe) (Figura 2b) mostró valores mayores en abril, mayo y junio. El valor más bajo se registró en el mes de noviembre con tan sólo el 2% (Figura 2b). El índice peso seco tejidos/peso seco de concha (PST/PSC) (Figura 2c) mostró dos picos bien marcados en los meses de marzo y octubre (6%), sin presentar mucha variación en los meses restantes.

Los valores más bajos se registraron en el mes de junio, lo cual puede explicarse en parte por el aspecto reproductivo, con épocas de desove en abril-mayo (George y Aldana-Aranda, 2000). Se ha mencionado la utilidad de los índices de condición y del peso corporal, como indicativos de desove cuando disminuyen y de madurez cuando aumentan (Solano *et al.* 1997; Rueda y Urban, 1998; Bautista, 2019), lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo ya que los valores más altos de los índices y del peso, se registraron en los meses reportados como del período de reproducción para la especie, que comprende los meses de abril a junio y de septiembre a octubre.



**Figura 2.** Índices fisiológicos de condición para los ostiones de *C. virginica* de la laguna El Carmen, Tabasco, México. a) Peso húmedo de tejidos/peso húmedo de concha (PHT/PHC); b) Peso seco de tejidos/peso húmedo de tejidos (PST/PHT); y c) Peso seco de tejidos/peso seco concha (PST/PSC).

La presión de pesca aumenta, sobre todo en noviembre, al terminar la veda (agosto a octubre), esto incide principalmente en los organismos de mayor talla. En *C. rhizophorae* de la Bahía de Mochima y Laguna Grande, estado Sucre, los periodos de engorde ocurren desde finales de diciembre hasta febrero y marzo con un periodo de enflaquecimiento que va de junio a diciembre (Vélez y Bonilla, 1972), coincidiendo con ésta investigación donde los organismos de menor talla se encontraron de diciembre a marzo (Cuadro 1).

El peso seco de los tejidos blandos y la concha tuvieron un comportamiento sincrónico a lo largo del año en el ostión, lo cual puede sugerir un ritmo de crecimiento similar entre tejidos blandos y concha para el ostión. Cruz y Villalobos (1993) relacionaron los valores máximos del peso seco de tejidos blandos con los tiempos de maduración sexual en *Mytella guyanensis*. La temporada de valores bajos (junio-agosto) encontrados en este ensayo, pudiera confirmar las suposiciones de Cruz y Villalobos (1993).

Los máximos índices de condición y por tanto los mayores rendimientos, tienden a presentarse en tallas en que los organismos generan más tejido reproductivo, y que por lo general se establece en tallas que no son las más grandes, como lo mencionan Silva y Bonilla (2001) para el género *Anadara* y Solano-López *et al.* (1997) para *Pinctada mazatlanica*, contrario a lo encontrado en éste estudio donde los organismos de tallas más grandes son los que presentaron mayores rendimientos. No se observó en *C. virginica* disminución del índice con el aumento de la talla, relación que ha sido reportada en bivalvos con biso como mitílidos y ostras que crecen apiñados, lo que genera poco desarrollo del espacio intervalvar (Galtsoff, 1959).

La presencia de mayores índices de condición en tallas intermedias, también puede ser debida a que, en los bivalvos, a partir de cierto tamaño la producción de carne cesa y únicamente continúa creciendo la concha y aumentando su grosor por acumulación de carbonato de calcio, lo que aumenta acentuadamente el peso de la concha y además se refleja en la disminución del rendimiento para *Anadara tuberculosa* y *A. similis*, como lo reportado por Silva y Bonilla (2001), similar a lo encontrado en ésta investigación. El análisis de la estructura poblacional del ostión sugiere un esfuerzo pesquero que se está aplicando de enero a marzo y de octubre a diciembre (Figura 1). La presencia de varias cohortes de tallas mayores de mayo a agosto, supone un crecimiento lento del organismo.

Lucas y Beninger (1985) mencionan que el índice PHTe/PHC aunque es de los más fáciles de medir, presenta algunos problemas, ya que la noción de carne y concha drenada es fisiológicamente vaga y difícil de estandarizar. Además, en ciertas condiciones como estarvación, los bivalvos tienden a compensar pérdidas orgánicas consumiendo agua, lo que da una falsa impresión de su condición real. Aldana (1990) obtuvo valores de este índice para ostiones trasplantados y cultivados en Yucatán, México de 0.42 en abril a 0.16 en septiembre, lo cual fue similar a lo que ocurrió con los organismos de este trabajo, ya que se obtuvieron valores de 63.95 en abril a 33.31 en septiembre.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en términos de producción somática y rendimiento del ostión (*C. virginica*) de la laguna El Carmen, Tabasco son explicados principalmente por la época de desove de los organismos. Las diferencias entre las variables que describen la condición somática de los ostiones en este estudio, pueden asociarse a la gran heterogeneidad espacial característica de los estuarios de tipo lagunar, que consisten de un mosaico de hábitats con un gradiente de salinidad marcado de acuerdo con el grado de mezcla del agua dulce con la marina.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, V., A. Prieto y C. Lodeiros. 2006. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae), bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 24: 177-192.
- Aldana, A.D. 1990. Crecimiento del ostión americano *Crassostrea virginica* Gmelin (1791) en la Ría de Río Lagartos, Yucatán, México. In: VII Simposium Internacional de Biología Marina. Ensenada, B.C. México: pp. 36-50.
- Baghurst, B.C. and J.G. Mitchell. 2002. Sex-specific growth and condition of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Aquacult. Res.* 33: 1253–1263.

- Bautista, C. 2019. Moluscos. Tecnología de cultivo. 6ª. Edición. Mundiprensa, Madrid, España. 430 p.
- Brown, J.R. and E.B Hartwick. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. II. Condition index and survival. *Aquaculture* 70: 253–267.
- Cabrera, J. H., M. Protti, M. Urriola and O. Sáenz. 2001. Crecimiento y madurez sexual de una población de *Saccostrea palmula* (Mollusca: Bivalvia), Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49: 877-882.
- 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 y M. Protti. 1995. Biometría de *Modiolus capax* (Bivalvia: Mytilidae) en Playa Ocotal, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 43: 173-176.
- Cáceres-Martínez, C., C. Ruiz-Verdugo and D. Ramirez-Filippini. 1992. Experimental collection of pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna*, spat on a filament substrate. *J. World Aquaculture Soc.* 23: 232-240.
- Crosby, M. P. and L.D. Gale. 1990. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *J. Shellfish Res.* 9 (1): 233-237.
- Cruz, R.A. and E. R. Villalobos. 1993. Monthly changes in tissue weight and-biochemical composition of the mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) in Costa Rica *Rev. Biol. Trop.* 41: 93-96.
- Cruz, R.A. y J.A. Palacios. 1983. Simetría del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 45-50.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de tallas y edad para la evaluación de poblaciones. de peces. FAO Circo Pesca 736: 101 p.
- Gabbott, P. A. and A. J. M. Walker. 1971. Changes in the condition index and biochemical content of adult oyster (*Ostrea edulis* L.) maintained under hatchery conditions. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 34 (1): 99-106.
- Galtsoff, P.S. 1959. Culture methods for invertebrate animals: a compendium. Dover. New York. 290 p.
- Galtsoff, P.S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin US. Department of the Interior Fish and Wildlife Serv. 64: 480 p.
- George-Zamora, A. y D. Aldana-Aranda. 2000. Producción somática de dos especies de *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvum* (Bivalvia) en Mecocacán, Tabasco, México. *Rev. Biol. Trop.* 48: 65-75.
- Holme, N. A. and A.D. McIntyre. 1971. Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Oxford, Inglaterra. 178 p.
- Lucas, A. and P. Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture.* 44: 187-200.
- Mason, C J. and J.A. Nell. 1995. Condition index and chemical composition of meats of Sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*) and Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) at four sites in Port Stephens, NSW. *Mar. Freshw. Res.* 46: 873–881.
- Mladineo, I., M. Peharda, S. Orhanović, J. Bolotin, M. Pavela-Vrančić and B. Treursić. 2007. The reproductive cycle, condition index and biochemical composition of the horse-bearded mussel *Modiolus barbatus*. *Helgol Mar. Res.* 61:183–192.

- Okumus, I. and H.P. Stirling. 1998. Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture* 159: 249–261.
- Rainer, J.S and R. Mann. 1992. A comparison of methods for calculating condition index in eastern oysters *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791). *J. Shellfish Res.* 11: 55-58.
- Rueda, M. and H.J. Urban. 1998. Population dynamics and fishery of the freshwater clam *Polymesoda solida* (Corbiculidae) in Ciénaga Poza Verde, Salamanca Island, Colombian Caribbean. *Fish. Res.* 39: 75-86.
- Silva, A M. and R. Bonilla. 2001. Abundancia y morfometría de *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca: Bivalvia) en el manglar de Purruja, Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49: 315-320.
- Sokal, R. and F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman, Nueva York, EEUU. 122 p.
- Solano-López, Y., J. Cabrera-Peña, J. A. Palacios-Villegas y R. A. Cruz-Soto. 1997. Madurez sexual, índice de condición y rendimiento de *Pinctada mazatlanica* (Pterioida:Pteriidae), Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 45(3):1049-1054.
- Vélez, A. y J. Bonilla. 1972. Variación estacional del engorde del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía Mochima y Laguna Grande. *Bol. Inst. Oceanog.* 11: 39-43.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, EEUU. 131 p.