

Periodicidad de formación de marcas de crecimiento en opérculos del caracol *Astraea turbanica* de Isla Natividad, BCS, México

María Georgina Gluyas-Millán* y Dulce Zita Martínez-Quiroz**

Para robustecer el uso de los opérculos del caracol *Astraea turbanica* para determinar la edad, se presentan las características de sus marcas de crecimiento, los criterios para reconocerlas y una prueba para mostrar la periodicidad con que se forman. Los opérculos se obtuvieron de muestras de *A. turbanica* recolectadas en Isla Natividad, BCS, la principal zona de pesca comercial de la especie. La presencia de uno a tres anillos cercanos a la espira se definió como criterio para reconocer el primer *annulus*. Un grupo de edad quedó conformado por el conjunto de una banda blanca ancha y una oscura delgada. La prueba cualitativa de la característica del borde del opérculo mostró que la variación del porcentaje de bordes blancos y oscuros siguió una trayectoria sinusoidal al graficarse con los meses de un año, e indicó una periodicidad de formación anual de las marcas. La banda blanca, de mayor crecimiento, se forma aproximadamente de verano a otoño, y se asoció con el periodo de temperaturas cálidas.

Palabra clave: Caracol jumbo, *Astraea turbanica*, opérculos, edad, Isla Natividad.

Periodicity of growth marks in operculum of snail *Astraea turbanica* of Isla Natividad, BCS, México

To support the use of opercula for age determination on the waby turban snail *Astraea turbanica*, we present results concerning features of its growth marks, its recognizing criteria and a test to show its formation periodicity. The opercula were obtained from samples of *A. turbanica* collected in Natividad Island, BCS, which is the principal commercial fishing zone of the species. The presence of one to three rings near the spiral was a useful criterion for recognizing the first *annulus*. One age group was formed by the total of one broad white band and one dark and thin band. The qualitative method of operculum edge analysis described a sinusoidal cycle with a frequency of one year in true *annulus* when plotted as a function of month, showing a periodicity in the annual marks formation. The white band of faster growth was formed from summer to autumn and was associated with a warm period.

Keywords: Waby turban snail, *Astraea turbanica*, opercula, age, Nativity Island.

Introducción

El caracol *Astraea turbanica* (Dall, 1910) es un gasterópodo de la familia Turbinidae, cuya distribución se reporta desde California, EU, a Bahía Magdalena, México (Keen, 1971). Su nombre común es caracol jumbo debido a que su músculo aductor es de mayor peso que el de *A. undosa*, aunque a los ejemplares de ambas especies también se les denomina como caracol

panocha. La pesquería en Isla Natividad, BCS, sostenida básicamente por estas especies, es el sitio de mayor abundancia de *A. turbanica* en México (Turrubiates-Morales y Gluyas-Millán, 2007¹), y la única zona donde su captura contribuye con 30% de la producción de caracol (Talavera-Maya *et al.*, 2001), porcentaje que equivale a una captura anual promedio de 27 t de callo.

* Centro Regional de Investigación Pesquera La Paz-INAPES-CA-SAGARPA, Carretera a Pichilingue Km 1 s/n, La Paz, BCS, México, CP 23020. mggm84@yahoo.com.mx

** Escuela de Ingeniería en Pesquerías, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS.

1. TURRUBIATES-MORALES, J. R. y M. G. Gluyas-Millán. 2007. Registro de distribución geográfica de *Astraea turbanica* (Dall, 1910) (Gasteropoda: Turbinidae) en la costa occidental de Baja California. *Proceedings 40th Annual meeting Western Society of Malacologist*, 25-28 Julio 2007, La Paz, BCS, México.

Los ejemplares de la familia Turbinidae poseen una estructura externa calcificada en forma de espiral, tienen un opérculo rígido que cubre la apertura de la concha y que al cerrarse protege de los depredadores las partes blandas (Checa y Jiménez-Jiménez, 1998). Los opérculos de algunos gasterópodos presentan marcas regulares de crecimiento (Villiers y Sire, 1985²; Borulya y Bregman, 2002; Selin, 2003; Llano *et al.*, 2004; Naim y Elkarmi, 2006; Power *et al.*, 2009), mientras que la configuración de la concha no resulta completamente apropiada para producir secuencias continuas de crecimiento (Richardson, 2001), por lo cual los opérculos se han utilizado para determinar la edad.

Es escasa la información sobre el tema de la edad de las especies del género *Astraea*; hay datos disponibles de *A. undosa* que señalan que comparte el hábitat con *A. turbanica* (Singh-Cabanillas, 1996; Turrubiates-Morales y Gluyas-Millán, 2007¹). En *A. undosa* se ha evidenciado que las marcas de crecimiento en los opérculos se producen en forma anual, y que estos caracoles pueden llegar a vivir hasta 12 años (Cupul-Magaña y Torres-Moye, 1996; Gluyas-Millán *et al.*, 1999). También se ha documentado que el segmento de la población de *A. undosa* accesible a la pesca en BCS, se compone de individuos de dos a 12 años de edad (Gluyas-Millán *et al.*, 1999; Gluyas-Millán *et al.*, 2000). En esta misma especie se ha mostrado que en Bahía Tortugas existen zonas de lento crecimiento en una escala <3 km (Gluyas-Millán *et al.*, 1999), en tanto que en una escala mayor (~ 200 km de la costa occidental de BCS) se encontró que los individuos del sur del área de distribución alcanzaron tallas menores que los del norte a la misma edad (Gluyas-Millán *et al.*, 2000). Además, se ha documentado que *A. undosa* es muy sensible a las condiciones ambientales imperantes durante eventos El Niño, cuando ocurre mortandad, pérdida de peso y, como consecuencia, disminución de biomasa e incremento de la mortalidad (Gluyas-Millán *et al.*, 2002).

En el caso de *A. turbanica* se carece de información que documente las características del opérculo y sus marcas de crecimiento; el único antecedente disponible es un estudio de la población de la Bahía Todos Santos, BC, realizado por Guanes-Mercado y Torres-Moye (1991), quienes utilizaron los opérculos para determinar la edad y asumieron que las marcas de crecimiento se formaron anualmente sobre la base de los resultados para *A. undosa* de Cupul-Magaña y Torres Moye (1996).

La edad es un componente que caracteriza a una población y es información necesaria para conocer la dinámica de su población. Un método directo para determinar este parámetro se basa en el análisis de las marcas de crecimiento en los opérculos, y su premisa es que la periodicidad con que éstas se forman es cíclica. Para probarlo es necesario describir las características de tales marcas y determinar esa periodicidad (Beamish y MacFarlane, 1983; Campana, 2001). El objetivo del presente trabajo es la observación de estas dos condiciones como evidencia del tiempo de formación de las marcas de crecimiento en los opérculos de *A. turbanica*.

Materiales y métodos

El material biológico se recolectó en Isla Natividad, BCS (27° 53' N y 115° 10' O), localizada frente a Punta Eugenia, BCS, en la porción central de la costa occidental de la península de Baja California. Se obtuvieron muestras de cinco a 40 caracoles por mes, de febrero de 2006 a diciembre de 2007, salvo en julio. Se aplicó el método de búsqueda abierta, sin transectos, en una misma zona de la isla. Para obtener información de ese mes, se recurrió a opérculos recolectados en julio de 1998.

Los caracoles se sacrificaron y se midió el diámetro basal (DB) de la concha con una regla con tope (± 1 mm). El sexo se asignó según la coloración de las gónadas: en los machos varía entre beige y blanco, mientras que en las hembras va de verde oscuro a marrón (Belmar-Pérez *et al.*, 1991). El opérculo se retiró del músculo aductor y se preparó para exponer la superficie de su cara interna (Fig. 1). Con este propósito, primero se sumergió en agua por 12 h, después

2. VILLIERS, L. y J. Sire. 1985. Growth and determination of individual age of *Turbo setosus* (Prosobranchia: Turbinidae), Hao Atoll (Tuamotu, French Polynesia). Abstract. *Fifth International Coral Reef Congress*, Tahiti. 27 May-1 June 1985. 2: 393.

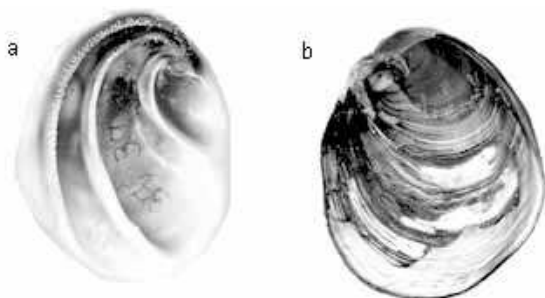


Fig. 1. Opérculo de *Astraea turbanica*, a) cara externa, b) cara interna con periostraco. La longitud del opérculo es de 52 mm y corresponde a un individuo de 115 mm de diámetro basal.

en una solución de agua con 10% de hipoclorito de sodio durante 24 h, posteriormente se retiró el periostraco y la superficie del opérculo quedó limpia y expuesta para el reconocimiento de las marcas. Se midió la longitud del eje mayor del opérculo (LO) (Fig. 2) con un vernier (precisión ± 0.1 mm). Las características de las marcas de crecimiento se observaron con la ayuda de una lámpara de relojero provista de una lupa; sin embargo, cuando no fue posible distinguirlas con ese instrumento, se utilizó un microscopio estereoscópico y luz reflejada con un ángulo de incidencia de 20° a 60° . Para identificar la primera marca de crecimiento se empleó una muestra de 100 opérculos de caracoles cuyo DB fue mayor a 86 mm, que se observaron con luz transmitida, para lo cual la fuente se colocó en la cara externa del opérculo. Se eligieron ejemplares de esas tallas para tener representada la fracción reproductora, que corresponde a individuos con $DB \geq 100$ mm, tamaño asociado a la talla mínima de captura de la especie (Talavera-Maya *et al.*, 2001). Con el paso de la luz a través del opérculo fue posible distinguir las marcas con mayor detalle.

La periodicidad de formación de las bandas de crecimiento se estableció con el método de análisis de la característica del borde del opérculo (Campana, 2001), que consiste en determinar la variación en la proporción mensual de opérculos con borde blanco u oscuro, durante un ciclo anual. El reconocimiento de tales características del borde se llevó a cabo por dos lectores independientes que desconocían la fecha de captura de la muestra, para evitar sesgar los resultados. En aquellos casos en que

hubo diferencias, éstas se analizaron y se llegó a un acuerdo. La premisa de este método es que si una marca se forma anualmente, el porcentaje de ejemplares cuyo opérculo tiene borde blanco o hialino sigue una trayectoria sinusoidal cuando se grafica contra los meses de un año (Morales-Nin *et al.*, 1998; Campana, 2001). En este trabajo se calcularon los valores mensuales promedio ya que las muestras se recolectaron durante dos años. Para determinar si había diferencia en el tamaño de los opérculos entre hembras y machos se aplicó una prueba Kolmogorov-Smirnov a la distribución de la frecuencia de tallas por sexos.



Fig. 2. Cara interna de un opérculo de *Astraea turbanica*, características y medidas.

Los procedimientos para determinar las características del opérculo, así como la periodicidad de formación de sus marcas de crecimiento, fueron: 1) establecer la relación entre el tamaño del caracol (DB) y la longitud del opérculo (LO), por medio de una regresión simple de Pearson; 2) reconocer las marcas de crecimiento en la cara interna del opérculo con luz reflejada y transmitida; 3) definir un esquema de arreglo y disposición de marcas de crecimiento en el opérculo y su clasificación por grupos de edad; 4) establecer criterios para reconocer el tipo de marca en el borde del opérculo, y 5) determinar la variación de la característica del borde en un ciclo anual y su relación con la temperatura superficial del mar. Esta variable se obtuvo de la página

electrónica del Pacific Fisheries Environmental Laboratory de la NOAA³.

Resultados

El DB de los caracoles estudiados fue de 20 a 149 mm, y el promedio y la desviación estándar de 110 (± 17.5) mm, en tanto que el intervalo de la LO fue de 3.1 a 64.9 mm y el promedio de 42.8 (± 12) mm. Se definió el sexo de 424 caracoles (83.79% de la muestra), de los cuales 202 fueron hembras y 222 machos. La proporción de sexos no resultó significativamente diferente del equilibrio 1:1 ($\chi^2 = 0.94$, $p > 0.05$). No se encontró diferencia significativa al comparar la distribución de tallas entre sexos ($\kappa/s = 0.0386$, $p > 0.10$). Una relación positiva entre el tamaño del caracol (DB) y la longitud del opérculo ($DB = 1.3472 (LO) + 46.865$, $r^2 = 0.84$, $p < 0.05$) muestra que existe proporcionalidad entre el crecimiento del caracol y el opérculo.

Se distinguieron las siguientes características del opérculo: la coloración de la cara interna después de retirar el periostraco fue blanca (Figs. 1 y 2), aunque 2% de las estructuras presentó oscurecimiento en ambas caras. Se reconocieron marcas transversales y paralelas al eje mayor del opérculo. Las primeras mostraron mejor resolución y mayor regularidad en su patrón de formación, por lo que se utilizaron para determinar la edad. En algunos opérculos la deposición del nuevo material no fue uniforme, por lo que el ancho de las marcas varió. Por otro lado, algunas fueron más nítidas que otras.

Con luz reflejada se observaron dos bandas de crecimiento diferentes, una blanca y una oscura, la primera fue siempre más ancha y la segunda más delgada (Fig. 2). Se definió como *annulus* al conjunto de una marca blanca ancha y una delgada (oscura), que se presume corresponden a periodos de rápido y lento crecimiento, respectivamente. El conteo de los *annuli* se utiliza para determinar la edad. Por otra parte, se reconocieron de una a tres bandas

oscuras delgadas cerca de la espira, con escasa distancia entre ellas, a las que se denominaron “anillos” (Fig. 2) para diferenciarlas de los *annuli*. Los anillos se observaron con mayor nitidez con luz transmitida, ya que adquirieron un color entre amarillo y anaranjado. No mostraron un patrón de formación regular y se presentaron antes del primer *annulus*, la marca que define al grupo de edad menor a un año (edad cero). Para analizar la presencia de los anillos se tomó una muestra de 100 opérculos, en la que se encontró que 6% no presentó anillos cercanos a la espira y, por consiguiente el primer *annulus* no fue precedido por anillo alguno, 19% tuvo uno, 51% mostró dos, y en 24% tres anillos, de forma respectiva. Esto indicó que 94% de la muestra mostró de uno a tres anillos, los cuales no se consideraron como marcas de crecimiento sino como criterio para identificar el primer *annulus*. El grupo de edad cero quedó conformado por la primera banda blanca y la oscura, en tanto que los siguientes grupos de edad quedaron conformados por igual número de bandas blancas y oscuras que corresponde a similar número de años, como se muestra en el esquema de la figura 3.

Con base en los resultados anteriores se establecieron los siguientes criterios para identificar las marcas de crecimiento: 1) Un grupo de edad quedó conformado por una banda blanca ancha y una oscura delgada (Fig. 3). 2) Al utilizar luz reflejada, la primera marca que se forma es blanca, ancha y de mayor crecimiento, en tanto que la segunda es oscura, más delgada y de menor crecimiento. Ambas deben ser continuas, sin interrupción y deben rodear al opérculo de manera concéntrica (Figs. 2 y 3). 3) Para facilitar el reconocimiento del inicio de las marcas de crecimiento se observó con luz transmitida el margen lateral cercano a la espira. 4) Cada *annulus* representa un año, por lo que la edad se determina mediante su conteo. La precisión del conteo de este esquema es de ± 1 año. 5) Para reconocer el primer *annulus* se consideró la presencia de anillos finos con reducida distancia entre ellos y cercanos a la espira. Los anillos se identificaron tanto con luz transmitida como con luz reflejada; sin embargo, con el primer tipo de luz adquirieron tonalidades entre amarillo y anaranjado. 6) Las primeras tres bandas blancas del opérculo fueron las más anchas, y conforme se alejaban de la espira

3. Pacific Fisheries Environmental Laboratory. <http://www.pfeg.noaa.gov>

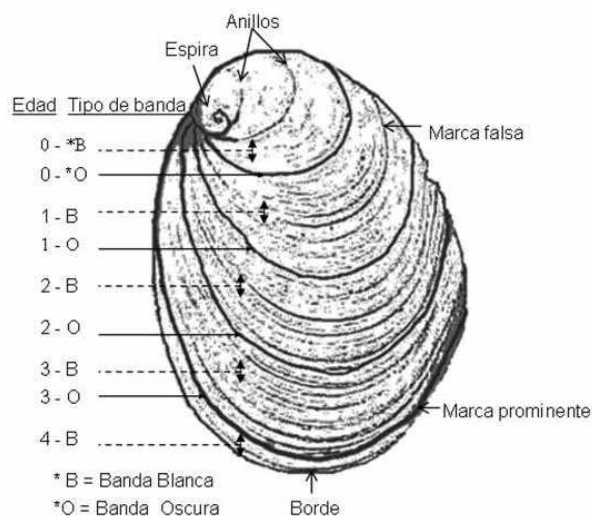


Fig. 3. Esquema de arreglo de marcas de crecimiento y grupos de edad en el opérculo de *Astraea turbanica*.

fueron más angostas. En contraste, las bandas oscuras conservaron aproximadamente el mismo grosor. En algunos opérculos de ejemplares mayores a 110 mm DB, las bandas blancas cercanas al margen se superpusieron a la banda oscura, por lo que en ocasiones resultó difícil distinguirlas. 7) En algunos opérculos se observó una marca prominente (Fig. 2 y 3), delgada y oscura, alejada de la espira, que rodeaba al opérculo e incluso sus límites sobresalían de la superficie del opérculo. Esta marca se observó a simple vista y en algunas ocasiones coincidió con el *annulus* del grupo de edad dos o tres.

El patrón de variación de la característica del borde en el ciclo anual mostró un rasgo

sinusoidal al graficarse con los meses de un año, con un máximo de cada tipo de borde (Fig. 4). La proporción de bordes blancos fue mayor (>70%) de junio a diciembre, y la de oscuros (>30%), de enero a junio.

Los cambios en el porcentaje de opérculos con bordes blancos fueron similares a las variaciones del promedio de la temperatura superficial del mar (Fig. 4). De enero a mayo la temperatura se mantuvo entre 17 y 18 °C, y aumentó de agosto a octubre hasta alcanzar 22 °C. Así entonces, el periodo de mayor crecimiento, representado por el borde blanco, se asoció con las temperaturas más cálidas. Mientras que el periodo de menor crecimiento promedio, representado por la mayor proporción de bordes oscuros, ocurrió de enero a junio, cuando la temperatura fue más baja. La figura 4 muestra datos de julio de 1998, año El Niño, que indican que en ese año el crecimiento fue menor al registrado en el periodo de estudio ya que no parece haber continuidad con los meses previos y posteriores. Esta información se presenta como un ejemplo de lo que podría ocurrir en el proceso de crecimiento de la especie, durante una situación ambiental anómala, como sucedió durante un periodo El Niño.

Discusión

El seguimiento mensual de la característica del borde es una prueba cualitativa que permite identificar la estacionalidad del crecimiento

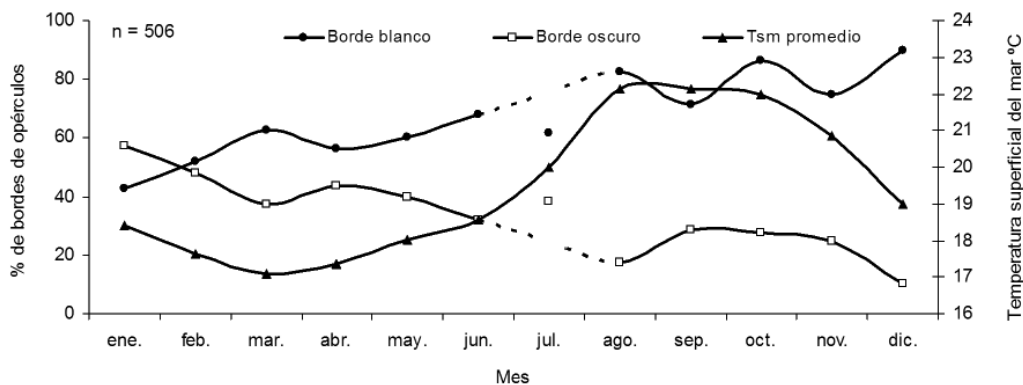


Fig. 4. Proporción mensual de bordes blancos y oscuros de opérculos de *Astraea turbanica* y promedio mensual de la temperatura superficial del mar en Isla Natividad de 1997-2007 (fuente: <http://www.pfeg.noaa.gov/>). Los datos de julio son de 1998 cuando se presentó un evento El Niño (véase discusión).

y observar el tiempo transcurrido entre dos periodos de crecimiento promedio extremos. En este caso, la banda blanca fue más ancha y de mayor crecimiento y se formó aproximadamente entre junio y diciembre (Fig. 4), es probable que como resultado de las condiciones ambientales cálidas prevalecientes en ese periodo. Mientras que la banda oscura, más angosta y de menor crecimiento, se formó aproximadamente de enero a junio, cuando la temperatura promedio del mar estuvo templada (16-18 °C), característica de los eventos de surgencias que ocurren en primavera (Durazo y Baumgartner, 2002). En un ciclo anual ocurrió un máximo de opérculos con bordes blancos y un mínimo con bordes oscuros, lo que dió lugar a la variación sinusoidal esperada, la cual a su vez indica que en un año se formaron una banda blanca y una oscura. En *A. undosa* de Bahía Tortugas se observó un patrón similar empleando la prueba cuantitativa del incremento marginal (Gluyas-Millán *et al.*, 1999). Ese sitio está relativamente cerca de Isla Natividad, y tanto *A. turbanica* como *A. undosa* comparten el hábitat en profundidades menores a 20 metros.

La figura 4 también muestra un cambio drástico en la proporción de opérculos con bordes blanco y oscuro en julio de 1998, cuando se presentó uno de los eventos El Niño más intensos del siglo XX. Tal situación es un indicador de la elevada variabilidad del crecimiento individual, asociada a temperaturas más cálidas que el promedio, así como a la baja productividad que caracterizan a esos eventos (Durazo y Baumgartner, 2002). Las condiciones ambientales durante El Niño 1997-1998 afectaron en forma significativa a la población de *A. undosa* en la zona Pacífico norte de BCS (Gluyas-Millán *et al.*, 2002), lo que permite suponer que las poblaciones de *A. turbanica* también podrían ser alteradas.

Las variaciones cíclicas de la temperatura parecen influir en el crecimiento diferencial de las marcas de crecimiento, ya que una temperatura elevada influye en el metabolismo y en la tasa de depósito de carbonato de calcio que forman las marcas de crecimiento (Richardson, 2001). La formación de tales marcas presenta estacionalidad y sincronía en aguas subtropicales y templadas. Isla Natividad se encuentra en aguas subtropicales, es influenciada por la

corriente de California y la presencia estacional de surgencias, lo que propicia un ciclo anual de temperatura y productividad, que a su vez promueve la periodicidad con que se forman las marcas de crecimiento.

El método cualitativo de la característica del borde, permitió dilucidar la periodicidad con que se forman las marcas de crecimiento en los opérculos de *A. turbanica*, y establecer que se forman en aproximadamente un año. No obstante que los resultados de esta prueba provienen del patrón de cambio obtenido de todos los grupos de edad y se puede generalizar, se recomienda mostrar que el patrón de formación de las marcas se repite en cada edad.

La precisión o la reproducción de observación de la característica del borde, se estableció mediante acuerdos en la interpretación del borde entre lectores, una manera de estandarizar la interpretación para obtener mayor precisión. Finalmente, una de las ventajas de utilizar opérculos para determinar la edad de estos gasterópodos, es su gran tamaño, ya que llegan a medir hasta 64 mm, sus marcas se pueden observar a simple vista o con la ayuda de una lupa. El opérculo presenta rasgos sobresalientes, como la marca prominente observada, que podría asociarse a condiciones ambientales especiales que pudieron afectar el crecimiento individual en ese periodo de vida del organismo; o podría estar asociada a la madurez sexual, cuando las reservas energéticas se destinan a la reproducción, por lo que disminuye el crecimiento. En general, las características aquí presentadas fortalecen el uso del opérculo de *A. turbanica* para determinar la edad.

Agradecimientos

A los pescadores de la SCCP Buzos y Pescadores de la Baja California asentados en Isla Natividad, BCS, y a su representante técnico Biol. Antonio Espinoza Montes, por el apoyo logístico para obtener las muestras de caracol. A Ramón Ayala Murillo y Agustín del Valle Manríquez de la Estación de Investigación Pesquera de Bahía Tortugas-INAPESCA por apoyar en las actividades de recolecta. A las editoras y revisores anónimos sus atinadas observaciones y sugerencias.

Literatura citada

- BEAMISH, R.J. y G.A. McFarlane. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Transactions of the American Fisheries Society* 112: 735-743.
- BELMAR-PÉREZ, J., S. Guzmán del Prío e I. Martínez. 1991. Madurez gonádica y ciclo reproductor del caracol panocha (*Astraea undosa*, Wood, 1928; Gastropoda: Turbinidae) en Bahía Tortugas, BCS. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 18(2): 169-187.
- BORULYA, E. y E. Bregman. 2002. Growth and life span of the commercial gastropods Buccinidae Family in Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology* 28(4): 270-273.
- CAMPANA, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* 59: 197-242.
- CUPUL-MAGAÑA, F.G. y G. Torres-Moye. 1996. Age and growth of *Astraea undosa* Wood (Mollusc: Gastropod) in Baja California, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 59(3): 490-497.
- CHECA, A., G. y A.P. Jiménez-Jiménez. 1998. Constructional morphology, origin, and the evolution of the gastropod operculum. *Paleobiology* 24: 109-132.
- DURAZO, R. y T. Baumgartner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography* 54: 7-31.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G., C. Quiñónez-Velázquez, A. Massó-Rojas y F. Melo-Barrera. 1999. Diferencias en la relación talla-edad del caracol panocha *Astraea undosa* (Wood, 1828) entre dos localidades de Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 25(1): 91-106.
- GLUYAS-MILLÁN, M.G., C. Quiñónez-Velázquez y J. Talavera-Maya. 2000. Parámetros poblacionales del caracol *Astraea undosa* (Wood, 1828) en la costa occidental de la península de Baja California. *Ciencias Marinas* 26(4): 643-658.
- GLUYAS-MILLÁN, M. G., C. Quiñónez-Velázquez y J. Talavera-Maya. 2002. Effect of El Niño 1997-1998 on the snail *Astraea undosa* (Wood, 1828) population along the Baja California Western Coast. *Journal of Shellfish Research* 21(2): 931-934.
- GUANES-MERCADO, R. J. y G. Torres-Moye. 1991. Estudio del crecimiento del caracol *Astraea turbanica* Dall (Mollusca: Gastropoda) en Bahía Todos Santos B. C. México. *Revista Investigaciones Científicas, Universidad Autónoma de Baja California Sur* 2(1): 73-83.
- KEEN, M., A. 1971. *Sea shell of tropical west America. Marine mollusks from Baja. California to Peru*. 2a. ed., Stanford University Press. EU, 1064p.
- LLANO, A., A. Ito, K. Fujinaga y S. Nakao. 2004. Age determination of *Buccinum isaotakii* (Gastropoda: Buccinidae) from the growth stride on operculum and growth under laboratory conduction. *Aquaculture* 242 (1-4): 181-195.
- MORALES-NIN, B. 1998. Caution in the use of daily increments for ageing tropical fishes. *Fishbyte ICLARM* 2: 5-6.
- NAIM, S. y A. Elkarmi. 2006. Age, growth and shell morphometrics of the gastropod *Monodonta dama* (Neritidae: Prosobranchia) from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Pakistan. *Journal of Biological Sciences* 9(5): 843-847.
- POWER, A., J. Sellers y R. Walker. 2009. Growth and sexual maturity of the knobbed whelk, *Busycon carica* (Gmelin, 1971), from commercially harvested population in Coastal Georgia. *Occasional papers of the University of Georgia Marine extension service* 4: 1-24. [En línea] <http://www.marsci.uga.edu/gaseagrant/pdf/Growth%20and%20Sexual%20Maturity%20of%20the%20KnobbedWhelk%20text.pdf> (página consultada el 31 de mayo del 2009).
- RICHARDSON, C.A. 2001. Molluscs as archives of environmental change. En: R.N. Gibson, M. Barnes y R.K. Atkinson (eds.). *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 39: 103-164.
- SELIN, N. 2003. Growth and longevity of the gastropod *Nucella heyseana* in Vostok Bay,

- Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology* 29(2): 100-103.
- SINGH-CABANILLAS, J. 1996. Pesquería de caracol panocha. *En*: M. Casas-Valdez y G. Ponce-Díaz (eds.). Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California. SEMARNAP, Gobierno de BCS, ONU, UABCS, CIBNOR, CICIMAR, INP, CetMar-SEP, 1:43-58.
- TALAVERA-MAYA, J., P. Sierra-Rodríguez, M.G. Gluyas-Millán, R.G. Hernández-Valenzuela, M.C. Fajardo-León, E. Morales-Bojórquez, J.A. Masso-Rojas, M. Muciño-Díaz, J.A. Vélez-Barajas, F. Caballero-Alegría. 2001. Caracol Panocha. *En*: M.A. Cisneros-Mata, L.F. Beléndez-Moreno, E. Zárate-Becerra, M.T. Gaspar-Dillanes, L.C. López-González, C. Saucedo-Ruiz y J. Tovar-Ávila (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP. México. pp: 367-388.

Recibido: 7 de diciembre de 2009.

Aceptado: 25 de febrero de 2010.