

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE UN BANCO DE *Atrina oldroydii* (MOLLUSCA, BIVALVIA) DEL PACÍFICO ORIENTAL MEXICANO.

Population structure of *Atrina oldroydii* bed (Mollusca, Bivalvia) of the Mexican Eastern Pacific

¹Ramón Enrique Morán-Angulo, ¹Xochiquetzal Ramos-Melchor, ¹María Candelaria Valdez-Pineda, ¹Ivette Priscilla Rosas-García, ^{2*}Domenico Voltolina

¹Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n Colonia Los Pinos, CP. 82000. Mazatlán, Sinaloa, México.

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, Laboratorio UAS-CIBNOR, Ap. Postal 1132, Mazatlán, Sinaloa, CP. 82000, México.

*voltolin04@cibnor.mx

Nota científica recibido: 08 de agosto de 2014, aceptado: 18 de enero de 2015

RESUMEN. La proporción entre sexos de 421 ejemplares del callo de hacha negra *Atrina (Servatrina) oldroydii* Dall 1901 capturados entre julio y diciembre de 2007 en un banco localizado en el Pacífico mexicano, entre los estados de Sinaloa y Nayarit, sobreexplotado hasta su desaparición, fue de 1.00 machos y 1.23 hembras, con dominancia significativa de hembras. Los valores medios de la longitud y del ancho de las valvas fueron 24.7 ± 1.8 y 15.4 ± 1.2 cm, con pesos medios total y del callo de 303.5 ± 86.46 y 19.5 ± 7 g, respectivamente. Las distribuciones de tallas y pesos unimodales sugieren que es una población unigeneracional; con crecimiento isométrico, sin diferencias entre talla, peso y relaciones talla-peso de los sexos, con organismos en diferentes fases de desarrollo gonadal, estando ausente las fases de desove y postdesove.

Palabras clave: Hacha negra, talla, peso, proporción sexos, madurez gonadal

ABSTRACT. The male: female ratio of 421 specimens of the black pen shell *Atrina (Servatrina) oldroydii* Dall 1901, obtained between july and december 2007 from a natural bed detected in the Mexican Pacific between the states of Sinaloa and Nayarit and exploited until its disappearance, was 1 male: 1.23 females, with a significant female dominance. Mean shell length and width were 24.7 ± 1.8 and 15.4 ± 1.2 cm, and the mean total weight and that of the adductor muscle were 303.5 ± 86.46 y 19.5 ± 7 g respectively. Size and weight distributions were unimodal, indicating a single generation population, and their analysis indicated isometric growth with no significant differences between mean sizes, weights and size-to weight relationships of males and females.

Key words: Black scallop, size, weight, gender ratio, gonad maturity

INTRODUCCIÓN

A finales de febrero de 2007 se encontró un banco de callo de hacha (*Atrina* spp.) en la zona comprendida entre la boca de Cuautla en el estado de Nayarit y la boca de Teacapán en Sinaloa (Palleiro-Nayar et al. 2007), que fue posteriormente identificada como hacha negra o hacha lisa *Atrina (Servatrina) oldroydii* Dall, 1901 (Morán-Angulo y Valdez-Pineda 2010). El alto valor del músculo

aductor posterior (callo) y la abundancia y disponibilidad del recurso movilizaron a pescadores locales y foráneos, causando un alto nivel de explotación que, aunado con la falta de regulación tempestiva, causó la desaparición del banco y el colapso de esa pesquería (Cisneros-Mata et al. 2011).

Los antecedentes sobre la distribución geográfica y la biología de *A. oldroydii* son escasos, de acuerdo con Keen (1971), su distribución abarca la costa del Pacífico oriental subtropical,

entre el sur de California y bahía Magdalena, en Baja California Sur, México, pero existen registros de su presencia en Ecuador (Cruz-Soto y Jiménez 1994), Perú (Alamo-Vásquez y Valdivieso-Milla 1997, Paredes *et al.* 1999) y en el norte de Chile (Guzmán *et al.* 1998). En México, Massó Rojas *et al.* (1996) confirmó la presencia de hacha negra en Baja California Sur, en Bahía Magdalena (DOF 2012). Después de la detección del banco de Teacapán, se registró la presencia de un tercer banco en el Golfo de California, al sur del poblado de bahía Kino, Sonora (Cisneros-Mata *et al.* 2011 y Leal-Soto *et al.* 2012). El presente trabajo tuvo como objetivo examinar las características morfométricas y la estructura poblacional del banco de Teacapán, con el fin de contribuir al conocimiento biológico de *A. oldroydii*, ya que no existe información suficiente en la literatura sobre su morfometría y reproducción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El banco se encontró distribuido desde Chametla, Sinaloa (LN 22.8775, LO 105.9575) hasta boca de Cuautla (LN 22.1186, LO 105.6500) en el norte del estado de Nayarit, entre los 10 y 24 m de profundidad, sobre fondos fangosos-arenosos (Palleiro-Nayar *et al.* 2007). La mayor concentración se encontraba frente al poblado de Teacapán, municipio de Escuinapa, Sinaloa (Figura 1). Los muestreos se realizaron mediante la extracción manual con buceo semiautónomo tipo Hooke a profundidad promedio de 21.5 ± 2.0 m, cada mes de julio a diciembre de 2007, con tamaño de muestra de 23 a 190 individuos.

El sexo y la fase de madurez sexual se determinaron de forma visual (Wolowicz 1987), considerando el tamaño y coloración de la gónada (I: Indiferenciado, II: En desarrollo, III: Maduro, IV: Desove y V: Postdesove). La fase II se separó en los subestadios IIa: Inicio del desarrollo gonadal, IIb: Desarrollo, IIc: Desarrollo avanzado (Rodríguez-Jaramillo *et al.* 2001). La altura y el ancho de la concha (Al y An) se determinaron con un ictiómetro convencional con precisión de lectura de 1 mm y, los pesos total y del callo (Pt y Pc) con una balanza

portátil digital con precisión de 0.1 g.

Los datos de talla y de peso no cumplieron con las hipótesis de normalidad o de igualdad de varianzas (pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Bartlett), por lo cual los valores medios calculados para cada sexo se compararon mediante pruebas de Mann-Whitney. Se calcularon las relaciones Al: Pt y An: Pt utilizando los modelos lineal, potencial, logarítmico y exponencial. El tipo de crecimiento se verificó comparando con pruebas de t los valores del exponente b (coeficiente de alometría) de las ecuaciones $Pt = a Lt^b$ y $Pt = a An^b$ que relacionan el peso total (P) con la longitud (Lt) y ancho de la concha (An). Los valores de los exponentes de estas relaciones significativamente mayores o menores que el valor teórico que describe el crecimiento isométrico ($b=3$) indican crecimiento alométrico positivo o negativo, respectivamente (Ricker 1975).

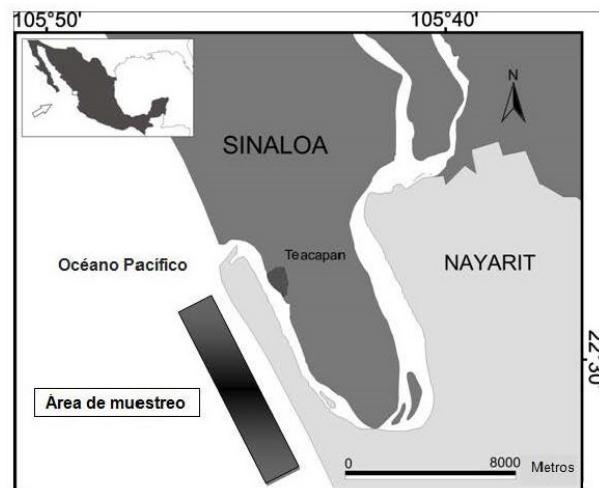


Figura 1. Área de muestreo de *Atrina (Servatrina) oldroydii*.
Figure 1. Sampling area of *Atrina (Servatrina) oldroydii*.

La significancia de la diferencia entre el valor teórico 1:1 de la proporción entre sexos y el obtenido a partir de la muestra poblacional se verificó mediante una prueba χ^2 , todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza $\alpha = 0.05$ (Sokal y Rohlf 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se muestrearon 421 organismos, 233 hembras (H) y 188 machos (M), con una proporción entre sexos de 1M: 1.23H, que es diferente de forma significativa de la proporción 1M: 1H esperada ($X^2 = 4.57$, $p < 0.05$). La dominancia de hembras en esta población coincide con la mencionada para este banco por Palleiro-Nayar et al. (2007) y con la encontrada por Leal-Soto et al. (2012) de 1M: 1.5H. Una tendencia general hacia la dominancia de hembras también fue reportada para *Pinna rugosa* (Serrano-Guzmán 2004) y *Atrina maura* (Ángel-Pérez et al. 2007, Camacho-Mondragón et al. 2012).

La longitud y el ancho de la concha variaron entre 19.6 y 29.4 cm y de 11.2 a 19.1 cm, respectivamente. Los valores fueron normales con una distribución leptocúrtica y con un grado de asimetría moderado, con valores de curtosis y del índice de asimetría de 0.27 y -0.01 para Lt y de 0.13 y 0.14 para An, respectivamente (Figura 2 a y b). Los valores de la media y de la moda de Lt calculados para las hembras fueron similares a los de los machos (hembras, 24.8 ± 1.6 y 25.0 cm; machos: 24.7 ± 1.8 y 24.8 cm, estadístico U de Mann Whitney= 22 560.5, $p = 0.596$). De igual manera, no se encontraron diferencias en los valores medios y en las modas de An (hembras, 15.5 ± 1.4 y 14.8 cm; machos 15.4 ± 1.3 y 15.1 cm; estadístico U de Mann Whitney= 22 676.5, $p = 0.544$), por lo cual se calcularon los respectivos valores de la moda y de la media poblacionales con los datos de los dos性os, que resultaron 24.8 y 24.7 ± 1.7 cm para la longitud y 14.8 y 15.4 ± 1.2 cm para el ancho de la concha.

En el caso de los datos de peso, la curtosis y el índice de asimetría fueron de 0.86 y 0.98 para Pt y de 3.50 a 1.56 para Pc, con asimetría positiva (Figura 3 a y b). Como en el caso de las dimensiones lineales, no se encontraron diferencias significativas entre los valores medios de Pt y Pc de los dos性os (Pt para hembras: 289.8 ± 77.0 g y 296.1 ± 78.6 g para machos; Pc: 16.8 ± 4.5 g para hembras y 16.9 ± 4.4 g para machos; estadísticos U de Mann Whitney= 18 612.5 y 15 226.5,

$p = 0.356$ y 0.837 , para Pt y Pc, respectivamente). Considerando la totalidad de la muestra, los valores de las medias poblacionales fueron Pt = 303.5 ± 86.5 y Pc = 19.0 ± 7.0 g, con modas de 201.0 y 16.0 g.

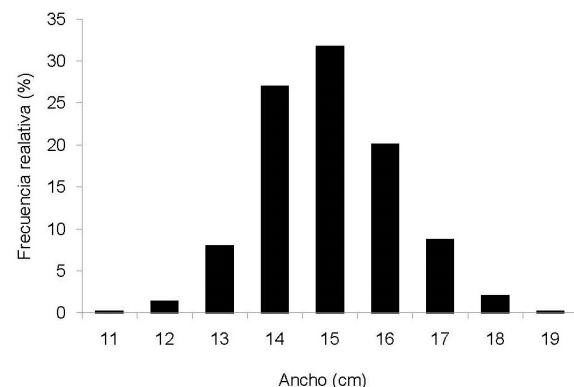
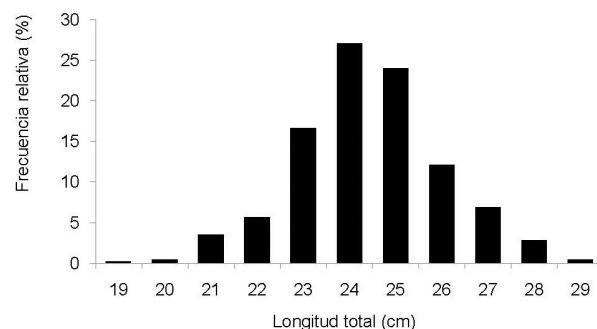


Figura 2. Frecuencias relativas de longitud (a) y ancho totales (b) de *Atrina oldroydii*.

Figure 2. Relative frequencies of total length (a) and total width (b) of *Atrina oldroydii*.

En la localidad en que se realizó el estudio, Palleiro-Nayar et al. (2007) describieron dos bancos de *A. oldroydii*, que consideraron separados por sus diferentes densidades poblacionales, posiblemente relacionadas con diferencias en la distribución de los tipos de fondo. Aunque en ese trabajo no se compararon los valores biométricos medios de los organismos presentes en los dos bancos, los valores de las respectivas desviaciones estándar parecen indicar una población homogénea (Tabla 1). Esto coincide con las distribuciones unimodales de los datos de talla y de peso encontrados en este estudio, las cuales implican que este banco es el resultado de un solo pulso de reclutamiento y representaba una

sola generación.

En general, los bancos de *Atrina* y de *Pinna* constan de metapoblaciones conformadas por organismos agrupados en áreas de extensión limitada (Idris et al 2008), que tienen su origen en reclutamientos ocasionales, similares a los discutidos para el bivalvo *Argopecten ventricosus* (Sowerby II 1842) por Morales-Zarate (2008). Estos tendrían probablemente su origen en poblaciones establecidas en áreas o en profundidades de difícil acceso para los pescadores, como fue hipotetizado por Leal-Soto et al. (2012) en el caso del banco de *A. oldroydii* de las costa de Sonora, el cual resultó conformado por individuos de una sola generación (Cisneros-Mata et al. 2011).

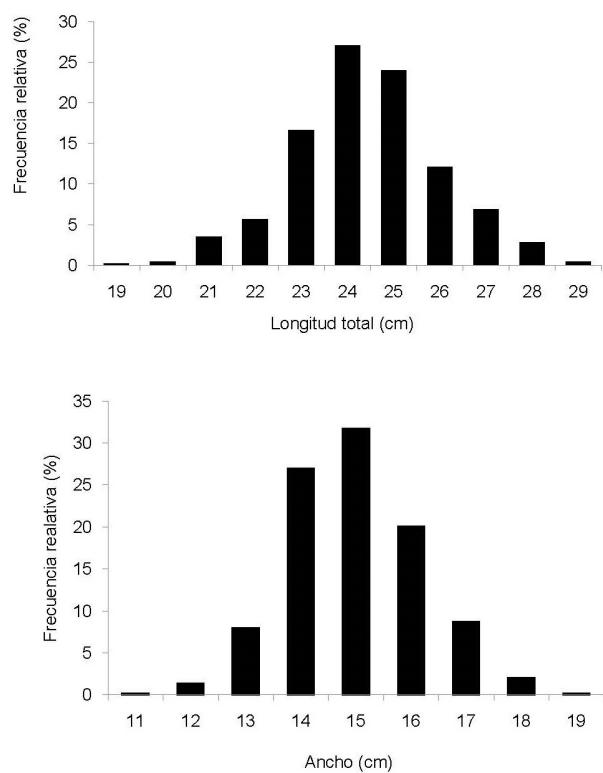


Figura 3. Frecuencias relativas de peso total (a) y del músculo aductor (b) de *Atrina oldroydii*.

Figure 3. Relative frequencies of total weight (a) and of adductor muscle (b) of *Atrina oldroydii*.

Los valores de los coeficientes de determinación de los cuatro modelos que se probaron para describir las relaciones peso-longitud y peso-ancho

de la concha resultaron muy similares. En ambos casos el mejor ajuste fue para el modelo exponencial (Tabla 2), que coincide con el encontrado para los organismos sexualmente maduros de *P. rugosa* por Serrano-Guzmán (2004) aunque, de acuerdo con sus resultados, el modelo potencial sería más adecuado para una población que incluya organismos indiferenciados, los cuales no resultaron representados en el banco objeto de estudio.

En cuanto a la forma de crecimiento, las pruebas t aplicadas a los índices de alometría estimados mediante el modelo potencial indicaron que el crecimiento de ésta especie es de tipo isométrico ($t = 0.1045$, $p < 0.05$ para Al-Pt y $t = 0.350$, $p < 0.05$ para An-Pt). Aunque otros autores reportaron casos de crecimiento isométrico para algunas especies de Pinnidae (Idris et al. 2012), la mayoría coincide en indicar un crecimiento alométrico positivo independientemente de la edad y de la fase de madurez sexual para otras especies como *P. rugosa* (Serrano-Guzmán 2004) y *P. nobilis* (Acarli et al. 2011). Esta discrepancia puede ser explicada por la composición del banco, de individuos de la misma generación, ya que el crecimiento de los Pinnidae procede por pulsos, según ejes preferenciales que cambian con la edad de los organismos (Butler 1987, Hendriks et al. 2012), por lo que es probable que el historial del crecimiento de una población representada por diferentes clases de edad difiera del registrado de una población unigeneracional.

Las gónadas de todas las especies de la familia Pinnidae, incluyendo a *A. oldroydii*, se encuentran en la región dorsal, ligadas a la glándula digestiva en la cual se infiltran ocupando un volumen progresivamente mayor de la masa visceral conforme aumenta el grado de madurez sexual. Los testículos tienen un color crema, mientras que los ovarios tienen un color anaranjado, cuya intensidad depende del grado de madurez (Serrano-Guzmán 2004, Freites et al. 2010, Leal-Soto et al. 2012). Durante los seis meses de muestreo no se encontraron organismos indiferenciados, o en las fases de desove o de post-desove, ya que sólo se encontró la presencia de organismos en las fases II y III de desarrollo de la madurez gonadal (Tabla 3). Esto no coincide con

Tabla 1. Valores medios \pm desviación estándar de longitud y ancho de la concha (Lt y An, en cm) y del peso total (g) determinados en el banco de *Atrina oldroydii* por Palleiro et al. (2007) y en este estudio.

Table 1. Mean values \pm standard deviation of shell length and width (Lt y An, en cm) and of total weight (g) at the *Atrina oldroydii* bed as determined by Palleiro et al. (2007) and in this study

| Referencia | N | Lt (cm) | An (cm) | Peso (g) |
|------------------------|-----|----------------|----------------|--------------------|
| Palleiro et al. (2007) | 139 | 29.3 \pm 8.4 | 15.8 \pm 4.9 | 305.38 \pm 84.89 |
| | 196 | 25.2 \pm 1.3 | 15.9 \pm 1.0 | 397.27 \pm 66.05 |
| Este estudio | 421 | 24.8 \pm 1.6 | 15.4 \pm 1.2 | 303.50 \pm 86.46 |

Tabla 2. Modelos de las relaciones longitud-peso total y ancho de la concha-peso total.

Table 2. Models of total length-width and shell total width-weight ratios.

| Modelo | Lt | R ² | At | R ² |
|-------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| Lineal | Pt=38.6 Lt - 663.1 | 0.519 | Pt=52.1 An - 505.0 | 0.563 |
| Logarítmico | Pt=9584 Ln(Lt) - 2781.2 | 0.509 | Pt=796.1 Ln(An)-1876.2 | 0.550 |
| Exponencial | Pt=13.642e0.1224 Lt | 0.531 | Pt=22.009e0.1668An | 0.587 |
| Potencial | Pt=0.0156 Lt ^{3.056} | 0.527 | Pt=0.2597 An ^{2.566} | 0.581 |

Tabla 3. Características gonadales observadas en los subestadios IIa-IIc y en la fase III de maduración de machos y hembras de *Atrina oldroydii* (Rodríguez-Jaramillo et al. 2001).

Table 3. Gonad characteristics observed at sub-stages IIa-IIc and at maturity stage III of *Atrina oldroydii* males and female (Rodríguez-Jaramillo et al. 2001).

| Fases | |
|-------|--|
| IIa | Inicia el proceso de maduración, $\frac{1}{4}$ de la región dorsal de machos y hembras cubierta por la gónada. Machos: color crema pálido; hembras: naranja opaco. |
| IIb | La gónada de ambos sexos ocupa la mitad de la región dorsal, la coloración es crema en los machos y naranja en las hembras. |
| IIc | Las gónadas de ambos sexos ocupan $\frac{3}{4}$ de la región dorsal. Se intensifica el color crema en los machos y naranja en las hembras. |
| III | Las gónadas cubren casi toda la región dorsal del cuerpo, se observa un engrosamiento del epitelio que supone una máxima madurez sexual y posible desove (no observado en este estudio). |

las observaciones realizadas en noviembre 2009 en el banco de *A. oldroydii* de las costas de Sonora, en el que se reportó 37 % de organismos indiferenciados (Leal-Soto et al. 2012), que puede deberse a diferencias en la temperatura o la disponibilidad de alimento (Camacho-Mondragón et al. 2012). En el caso de *A. maura*, la producción de gametos es continua, con máximos de desove en los períodos caracterizados por bajas temperaturas del agua, mientras que organismos indiferenciados, en fase de postdesove o con reabsorción de gametos se encuentran entre agosto y noviembre, que coinciden con los mayores valores de temperatura del año (Ángel-

Pérez et al. 2007, Camacho-Mondragón et al. 2012). Por otra parte, la máxima madurez de *Pinna rugosa* se registra entre abril y mayo, con eventos de desove entre junio y septiembre, con máximos de julio a agosto (Singh-Cabanillas y Michel-Guerrero 2002). Esto sugiere una estrategia reproductiva de *A. maura*, que coincide con la descrita para otras especies de Pinnidae de aguas tropicales como *Pinna bicolor* (Butler 1987) y *Atrina seminuda* (Freites et al. 2010).

Por la ausencia de organismos indiferenciados y de organismos en las fases de desove o postdesove, es posible que el ciclo reproductivo de *A. oldroydii*

sea similar al descrito para *A. maura* (Camacho-Mondragón et al. 2012), para la cual las condiciones de verano no son favorables. La estructura unigeneracional de los bancos ubicados cerca de la boca y en la parte norte del Golfo de California indica que estas poblaciones son el resultado de asentamientos ocasionales de larvas planctónicas generadas por desoves de poblaciones establecidas en aguas profundas o en áreas de difícil acceso que sería necesario ubicar y estudiar para poder verificar

las características biológicas de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo de los proyectos UAS-DGIP (PROFAPI 2010/134) y CIBNOR AC0.38. Se agradece el apoyo logístico de los pescadores de Teacapán. Ivette P. Rosas-García recibe un apoyo del Sistema Nacional de Investigadores como ayudante de Investigador Nacional 3

LITERATURA CITADA

- Acarli S, Lok A, Yigitkurt S, Palaz M (2011) Culture of fan mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) in relation to size on suspended culture system in Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 17: 995-1002.
- Alamo-Vásquez V, Valdivieso-Milla V (1997) Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Segunda edición, revisada y actualizada. Instituto del Mar de Perú, Publicación especial. Callao. 184p.
- Angel-Pérez C, Serrano-Guzmán SJ, Ahumada-Sempoal MA (2007) Ciclo reproductivo del molusco *Atrina maura* (Pterioidea: Pinnidae) en un sistema lagunar costero, al sur del Pacífico tropical mexicano. Revista de Biología Tropical 55: 839-852.
- Butler AJ (1987) Ecology of *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca : Bivalvia) in Gulf St Vincent, South Australia: density, reproductive cycle, recruitment, growth and mortality at three sites. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 38: 743-769.
- Camacho-Mondragón M, Arellano-Martínez M, Ceballos-Vázquez BP (2012) Particular features of gonadal maturation and size at first maturity in *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae). Scientia Marina 76: 539-548.
- Cisneros-Mata MA, Ulloa HR, Laurencez-Reyes V, Rojo M, Meza A, Torre J (2011) Evaluación de un banco de callo de hacha liso (*Atrina oldroydii*) en Bahía de Kino, Sonora en marzo de 2011. Instituto Nacional de Pesca, Dirección General de Investigación Pesquera del Pacífico Norte, Dictamen Técnico, Guaymas. 16p.
- Cruz-Soto R, Jiménez JA (1994) Moluscos asociados a las áreas de manglares de la costa Pacífica de América Central. Heredia, Ecuador. Editorial Fundación UNA. 182p.
- DOF (2012) Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, México, D.F. 24 agosto 2012.
- Freites L, Cordova C, Arrieche D, Montero L, García N, Himmelman JH (2010) Reproductive cycle of the penshell *Atrina seminuda* (Mollusca: Bivalvia) in northern waters of Venezuela. Bulletin of Marine Science 86: 785-801.
- Guzmán N, Saá S, Ortíeb L (1998) Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23 °S (Chile). Estudios Oceanológicos 17: 17-86.
- Hendriks IE, Basso L, Deudero S, Cabanellas-Reboredo M, Álvarez E. (2012) Relative growth rates of the noble pen shell *Pinna nobilis* throughout ontogeny around the Balearic Islands (Western Mediterranean, Spain). Journal of Shellfish Research 31: 749-756.

- Idris MH, Arshad A, Bujad JS, Ghaffar MA Daud SK (2008) Biodiversity and distribution of pen shells (Bivalvia: Pinnidae) from the seagrass beds of Sungai Pulai, peninsular Malaysia. Research Journal of Fisheries and Hydrobiology 3: 54-62.
- Idris MH, Arshad A, Amin S M N, Japar SB, Daud SK, Mazlan AG (2012) Age, growth and length-weight relationships of *Pinna bicolor* Gmelin (Bivalvia: Pinnidae) in the seagrass beds of Sungai Pulai Estuary, Johor, Peninsular Malaysia. Journal of Applied Ichthyology 28: 597-600.
- Keen AM (1971) Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru. Second edition. Stanford University Press, California, USA. 1064p.
- Leal-Soto SD, Castro-Longoria R, Barraza-Guardado RH Del Río-Salas MM (2012) Penshell *Atrina oldroydii* (Bivalvia: Pinnidae) in the Gulf of California. Hidrobiológica 22: 185-188.
- Massó-Rojas JA, Velez-Barajas JA, Fajardo-León, MC, Singh-Cabanillas J (1996) Principales recursos malacológicos de Baja California Sur. En: Pesquerías relevantes de México. Instituto Nacional de Pesca, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca. México, D.F. pp: 201-248.
- Morales-Zarate MV (2008) Pulses de abundancia de la almeja catarina *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842) en la bahía Magdalena-Almejas, BCS, México. En: López-Martínez J (ed) Variabilidad ambiental y pesquerías de México. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Mazatlán, México. pp: 140-159.
- Morán-Angulo RE, Valdez-Pineda MC (2010) Nuevo registro geográfico de callo de hacha *Atrina oldroydii* en el sur de Sinaloa y norte de Nayarit, México. Ciencia Pesquera 17: 77-80.
- Palleiro-Nayar JS, Aldana-Flores G, Uribe-Osorio F, Beltrán-Pimienta R, Hernández S, Morales-Bojórquez E (2007) Prospección espacial y estimación de la abundancia de los bancos de callo de hacha (*Atrina* spp.) del sur de Sinaloa y norte de Nayarit. México, Instituto Nacional de Pesca, Dirección General de Investigación Pesquera del Pacífico Norte, Dictamen Técnico, Mazatlán. 20p. http://www.inapesca.gob.mx/portal/component/docman/doc_download/91-prospeccion-y-estimacion-de-los-bancos-de-callos-de-hachas-del-sinaloa-y-norte-de-nayarit-2007. Fecha de consulta 5 de diciembre de 2014.
- Paredes C, Huaman P, Cardoso F, Vivar R, Vera V (1999) Estado actual del conocimiento de los moluscos acuáticos en el Perú. Revista Peruana de Biología 6: 5-47.
- Ricker WE (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 191: 1-332.
- Rodríguez-Jaramillo C, Maeda-Martínez AN, Valdez ME, Reynoso T, Monsalvo-Spencer P, Prado-Ancona D (2001) The effect of temperature on the reproductive maturity of the penshell *Atrina maura* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Pinnidae). Journal of Shellfish Research 20: 39-47.
- Serrano-Guzmán SJ (2004) Análisis prospectivo de las relaciones morfométricas de *Pinna rugosa* Sowerby, 1835 (Bivalvia: Pinnidae) en Corralero-Alotengo, Oaxaca, México. Ciencia y Mar 22: 31-39.
- Singh-Cabanillas J, Michel-Guerrero E (2002) Aspectos biológicos del callo de hacha, *Pinna rugosa* Sowerby, 1835, en Bahía bahía Concepción, B.C.S. Memorias I Foro Científico de Pesca Ribereña. Instituto Nacional de Pesca, Centro regional de Investigación Pesquera, Guaymas, Sonora, México. <http://cripson1.tripod.com/hipertextos/extensos.htm>. Fecha de consulta 5 de diciembre 2014.
- Sokal RR, Rohlf FJ (1979) Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Blume Ediciones. Madrid, España. 832p.