

Aspectos biológicos básicos de *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae) en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela

Basic biological aspects regarding *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae) in the La Restinga Lagoon, Margarita Island, Venezuela

Gladys Vásquez^{1*}, Roberta Crescini¹, William Villalba¹, José Mogollón¹ y Luis Troccoli²

RESUMEN

La ostra perla es un bivalvo muy abundante en las costas nororientales de América del Sur, formando densos bancos en el Mar Caribe, donde es explotada para su comercialización, siendo un recurso valioso en el nororiente de Venezuela. Con la finalidad de aportar información sobre *Pinctada imbricata* en la laguna de La Restinga, se estimó el crecimiento, estructura de tallas, índice de condición y mortalidad natural desde abril de 2012 hasta enero de 2013. Se recolectaron 40 muestras mensuales de forma aleatoria de ostra perla por medio de buceo en apnea, en un transecto lineal de 200 m aproximadamente. La relación entre la longitud total y el peso total indicó un crecimiento alométrico negativo. Se mostró una distribución multimodal en casi todos los meses de muestreo, con un intervalo de tallas comprendidas entre 21.56 y 54.61 mm de longitud total. El pico modal observado en casi todos los meses fue entre 24 y 28 mm, indicando un reclutamiento continuo durante todo el año. El índice de condición mensual presentó su valor máximo en mayo de 2012 y el mínimo en noviembre de 2012. Los parámetros de crecimiento fueron: $L_{\infty} = 68.5$ mm, $K = 1.18/\text{año}$ y $t_0 = 0.37$, alcanzando su talla comercial reglamentaria de 50 mm a los 18 meses de vida aproximadamente, con una longevidad máxima estimada de 2.92 años. La mortalidad total corresponde a la mortalidad natural M y fue calculada como $Z = 1.40/\text{año}$.

Palabras claves: Moluscos, bivalvos, ostras, dinámica, manejo.

ABSTRACT

Pearl oysters are abundant bivalves in the northeastern coast of South America that form dense shoals in the Caribbean Sea, where they are exploited for marketing, making them a valuable resource in northeastern Venezuela. In order to provide information on *Pinctada imbricata* in the La Restinga Lagoon, its growth, size structure, condition index and natural mortality were estimated from April 2012 to January 2013. A total of 40 random samples of pearl oysters were collected on a monthly basis by freediving in a linear transect of approximately 200 m. The total length and total weight ratio indicated a negative allometric growth. A multimodal distribution was shown in almost all sampling months, with sizes ranging between 21.56 and 54.61 mm of total length. The modal peak observed in most of the months was between 24 and 28 mm, indicating a continuous recruitment throughout the year. The maximum peak of the monthly condition index was in May 2012, while the minimum was in November 2012. Growth parameters were $L_{\infty} = 68.5$ mm, $K = 1.18/\text{year}$ and $t_0 = 0.37$, reaching the regulatory market size of 50 mm at approximately 18 months, with an estimated 2.92 year maximum longevity. Total mortality, corresponding to natural mortality M , was calculated as $Z = 1.40/\text{year}$.

Keywords: Mollusks, bivalves, oysters, dynamics, management.

¹ Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, isla de Margarita, Venezuela.

² Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, isla de Margarita, Venezuela. gladysmarvasquez@gmail.com*

Recibido: 18 de marzo de 2015

Corregido: 1 de junio de 2015

Aceptado: 11 de agosto de 2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.7.8>



INTRODUCCIÓN

Las estimaciones de los valores de crecimiento en los individuos son de gran importancia en la construcción de modelos poblacionales para el diseño de estrategias de manejo y protección de los organismos (Wright-López *et al.* 2009). En los estudios de dinámica de poblaciones de cualquier especie (Tresierra & Culquichicón, 1993), uno de los elementos claves es el análisis de la función que relaciona el peso con la longitud y la estimación de sus respectivos parámetros (Ehrhardt, 1981), así como el índice de condición, el cual ha sido utilizado para estimar el valor del organismo para su explotación y consumo, siendo por lo general proporcional a la talla-peso (Cruz & Villalobos, 1993). Las estimaciones del índice de condición en bivalvos se ha utilizado tradicionalmente tanto con fines comerciales como biológicos; esta puede ser una alternativa para inferir una mayor información biológica de estadísticas pesqueras en los recursos comerciales (Searcy, 1983) y permite conocer cómo responde el organismo a las variaciones del ambiente (Bautista, 1989).

En las últimas décadas, muchas especies de bivalvos sustentan una creciente actividad de explotación y comercialización dado su alto valor nutritivo (Lodeiros *et al.* 1999); entre estos destacan: el mejillón *Perna perna* (Linné, 1758), la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833), el chipichipi *Donax denticulatus* (Linne, 1758), el guacuco *Tivela mactroides* (Born,

1778) y la ostra perla *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) (Gómez, 1999).

P. imbricata es un bivalvo de la familia Pteriidae, cuyo tamaño oscila entre 38 y 98 mm de longitud total (Sabelli, 1982). Esta especie es muy abundante en las costas nororientales de América del Sur, formando densos bancos en el Mar Caribe, tanto en Colombia como en Venezuela, y se encuentra ampliamente distribuida, en el Océano Atlántico, desde Carolina del Norte, EUA, hasta Brasil, desarrollándose en aguas poco profundas en general en zonas de rocas, corales, conchas y praderas de *Thalassia sp.* (Lodeiros *et al.* 1999). La ostra perla tiene un doble interés económico en el oriente de Venezuela, dado su consumo y producción de perlas (Mackenzie *et al.* 2003; Márquez *et al.* 2011); además de su potencial para la producción acuícola (Lodeiros & Freitas, 2008). A partir de la década de los setenta del siglo pasado, la explotación de esta especie diverge en la utilización de su carne para consumo, y en la actualidad supone aún un valioso recurso económico en la región nororiental de Venezuela, especialmente en el Estado Nueva Esparta, donde los bancos naturales producen un promedio de 380 t de carne (Gómez, 1999); no obstante, León (2009) alerta que dichos bancos muestran síntomas de agotamiento.

En la actualidad, la ostra perla *P. imbricata* es extraída principalmente por buceo y en ocasiones con rastras (Mackenzie *et al.* 2003). El

ente encargado de su regulación (INSOPESCA) señala que esta se encuentra normada en la Resolución MAT N° 009 del 12 de agosto de 2002, la cual establece la época de pesca (entre el 15 de febrero y el 31 de julio de cada año), el tipo de técnica de pesca (rastra o buceo) y los permisos de captura del recurso, el cual debe ser superior a los 50 mm de longitud de la concha. A su vez, la especie está protegida por la Ley de Perlas de 1994 (González *et al.* 2006).

En Venezuela, se han realizado diversas investigaciones sobre la especie, entre las que se mencionan: evaluación del recurso (Salaya & Salazar, 1972), aspectos reproductivos (Marcano, 1984; Ruffini, 1984), producción somática en una población natural (Verginelli & Prieto, 1991), biomasa de los compartimientos específicos de la producción secundaria (Villalba, 1995), índice de engorde (León & Millán, 1996), estudios ecotoxicológicos (Lodeiros, 1999; Nusetti *et al.* 2004), crecimiento y mortalidad (Marcano *et al.* 2005), variación espacial y temporal de juveniles (Castellanos & Campos, 2007), crecimiento y supervivencia en diferentes sistemas de confinamiento (Márquez *et al.* 2011). Actualmente, el estudio de la dinámica poblacional de ostras perleras en diferentes partes del mundo constituye una prioridad en el manejo y protección de este valioso recurso producto de las disminuciones de las densidades de sus bancos por parte de la pesca artesanal (Wright-López *et al.* 2009): en el Caribe Colombiano, Velasco & Barros (2010) evalúan la supervivencia

de la ostra perla en cultivos suspendidos basados en estimaciones de diferencias de densidades; en el golfo Árabe, los estudios poblacionales son prioridad para el manejo del recurso (Mohammed & Yassien, 2003), mientras que en Australia se enfocan en estudiar los aspectos reproductivos y genéticos de la especie para fines de cultivo (Colgan & Ponder, 2002; O'connor & Lawler, 2004).

Considerando la presencia de la especie *P. imbricata* en el ambiente lagunar hipersalino, diferente a su hábitat natural, se planteó la necesidad de evaluar algunos aspectos biológicos básicos de *P. imbricata*, con la finalidad de aportar información que permita recomendar el manejo sustentable de la población y su estatus en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y muestreo

El Parque Nacional Laguna de La Restinga, localizado en la isla de Margarita (Fig. 1), está ubicado geográficamente entre las coordenadas: 10° 55' y 11° 03' N y 64° 01' y 64° 12' O. Posee forma triangular con una longitud máxima de 15 km, una anchura máxima de 5 km, un área de 26 km² y una profundidad media de 2.5 m (Troccoli *et al.* 1999). Su configuración es bastante compleja, ya que posee sublagunas, caños, canales y formaciones de mangles intercomunicados entre sí. Está separado del mar, por el norte, mediante una barra arenosa de 23 km de longitud (Ramírez, 1996).

Los muestreos se realizaron

mensualmente durante 10 meses, desde abril de 2012 hasta enero de 2013 en la zona del Indio (Fig. 1), la cual es un área de una profundidad aproximada de 2.5 m, con un borde de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), cuyas raíces albergan una alta diversidad de organismos y sustrato fangoso. Esta es la única localidad de toda la laguna de La Restinga donde se encuentra la ostra perla *P. imbricata* y es una zona del parque nacional donde no se realizan actividades de pesca. Utilizando un transecto lineal de 200 m de longitud aproximadamente, colocado paralelo a la línea de manglar y buceo en apnea, se tomaron 40 individuos de

forma manual y aleatoria de las raíces del mangle, obteniendo un total de 400 ejemplares durante todo el periodo de muestreo. Los organismos recolectados fueron colocados en bolsas plásticas y preservados hasta su procesamiento.

Adicionalmente se tomaron datos de temperatura y salinidad con una sonda multiparamétrica YSI-85 y muestras de aguas para estimaciones de clorofila *a* como indicador de biomasa fitoplanctónica, la cual fue determinada por medio del método espectrofotométrico que se basa en el coeficiente de extinción de la clorofila *a* en acetona al 90%. Las concentraciones fueron obtenidas a partir

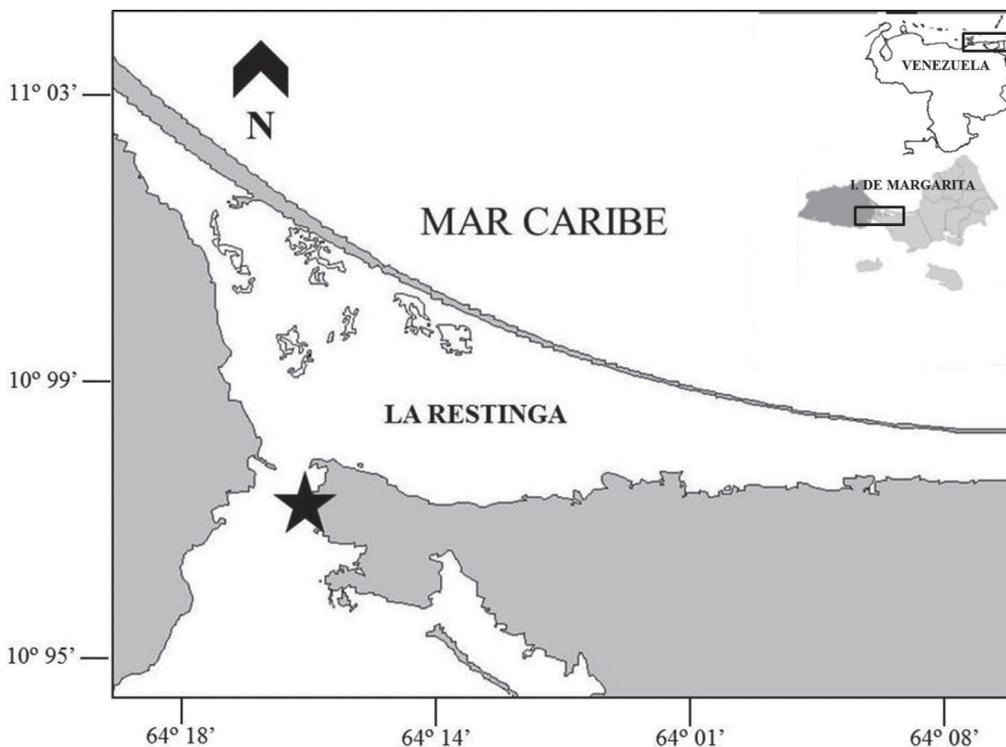


Fig. 1. Ubicación aproximada de la zona de muestreo en el área de estudio de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela

Fig. 1. Approximate location of the sampling zone in the study area of the La Restinga Lagoon, Margarita Island, Venezuela

de las fórmulas propuestas por Lorenzen (1967). Estos datos fueron representados por el estadístico gráfico de caja y bigotes.

Relación talla-peso, estructura de talla e índice de condición

A los individuos recolectados se les determinó la longitud anteroposterior (L_t , mm) utilizando un vernier de 0.01 mm de precisión y el peso seco total (g) se obtuvo secando los ejemplares en una estufa (80° C/72 h) y pesándolos posteriormente con una balanza analítica de 0.001 g de precisión. La relación entre la longitud y el peso se analizó empleando la ecuación $P = aL^b$, donde P es el peso total (g), L es la longitud total (mm), “ a ” es la intersección con el eje de las coordenadas y “ b ” es la pendiente de la curva. Se evaluó la significancia estadística del exponente isométrico por medio de la ecuación propuesta por Pauly (1983): $t = S_{L_t}/S_{P_t} * (b^3 - 3) / (\sqrt{1 - r^2} * \sqrt{n - 2})$, donde t : estadístico t-Student, S_{L_t} : desviación estándar de la longitud total, S_{P_t} : desviación estándar del peso total, b^3 : valor ajustado de b ($b^3 = b/r$), r : coeficiente de correlación, y n : número de datos.

La estructura de tallas de la población se analizó elaborando histogramas mensuales, agrupando los datos en rangos de longitudes de 2 mm. Con los datos biométricos, se determinó el índice de condición $IC = Ps/Pf \times 100$ (Hickman & Illingworth, 1980), donde Ps = peso seco del tejido somático y Pf = peso seco total. El índice de condición se relacionó con los parámetros temperatura, salinidad y clorofila a , con la finalidad de describir la influencia de estos parámetros sobre este.

Crecimiento y mortalidad natural

El crecimiento en longitud se determinó por el modelo no estacional de von Bertalanffy según la ecuación $L_t = L_\infty [1 - \exp^{-K(t - t_0)}]$, donde L_∞ es la longitud asintótica, K es el coeficiente de crecimiento y t_0 es la edad a la cual la longitud es cero estimada por la ecuación $\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}_{10}(L_\infty) - 1.038 \text{Log}_{10}(K)$ (Pauly, 1979), aplicando previamente el método de Bhattacharya (1967) para la descomposición gráfica de los grupos modales, suponiendo normalidad de los datos, los cuales fueron comprobados por medio de la prueba de normalidad Kolmorv-Smirnov (Zar, 1996). Posteriormente se empleó el método de Fabens para la estimación de parámetros de crecimiento mediante progresiones modales, empleando el programa FISAT (Gayanilo *et al.* 1996). La mortalidad natural fue calculada utilizando la ecuación de Hoenig (1983) $\ln(Z) = a + b \ln(t_{\max})$, donde a y b son constantes para moluscos y t_{\max} es la edad máxima, la cual fue estimada por medio de la fórmula $t_{\max} = 3/k + t_0$. Dado que la población evaluada no está siendo explotada, Z es la tasa de mortalidad que en este caso corresponde a M (tasa de mortalidad natural) como lo señalan Hewitt & Hoenig (2005).

RESULTADOS

Relación talla-peso, estructura de tallas e índice de condición

Durante el periodo de muestreo en la laguna de La Restinga, se procesaron 400 organismos de *P. imbricata* con tallas comprendidas entre 21.56 y

54.61 mm de longitud total. La relación entre la longitud total del animal (Lt) y el peso total (Pt) estuvo representada por la ecuación $Pt = 0.00017Lt^{2.89}$ ($r^2 = 0.84$) (Fig. 2), indicando un crecimiento alométrico negativo (t: 9.82; $P < 0.05$). La población mostró una distribución multimodal en casi todos los meses de muestreo a excepción del mes de agosto; el mayor número de ejemplares correspondió al intervalo de 38-40 mm (39.04 ± 0.60 mm), mientras que fueron escasos los organismos con una talla inferior a 24 mm (22.19 ± 0.75 mm) y superior a 54 mm (52.19 ± 1.59 mm) (Fig. 3). El índice de condición mensual (IC) presentó su valor máximo en mayo de 2012 ($16.35 \pm 3.56\%$) y el

mínimo en noviembre de 2012 ($3.93 \pm 2.77\%$), observándose de incrementos en mayo y agosto de 2012 y fuertes decrecimientos entre septiembre de 2012-enero de 2013 y junio-julio de 2012 (Fig. 4), presentando diferencias estadísticamente significativas entre los meses de muestreo ($F = 25.11$; $P < 0.05$). Los parámetros temperatura, salinidad y clorofila *a* (Fig. 5) fueron relacionados con el IC, mostrándose en el análisis correlaciones positivas con la *chl-a* ($r^2 = 0.4975$) y negativas con la salinidad ($r^2 = -0.8718$) y la temperatura ($r^2 = -0.1311$), siendo la salinidad el factor con mayor influencia sobre este índice para *Pinctada imbricata*, observándose que los mayores valores de IC corresponden

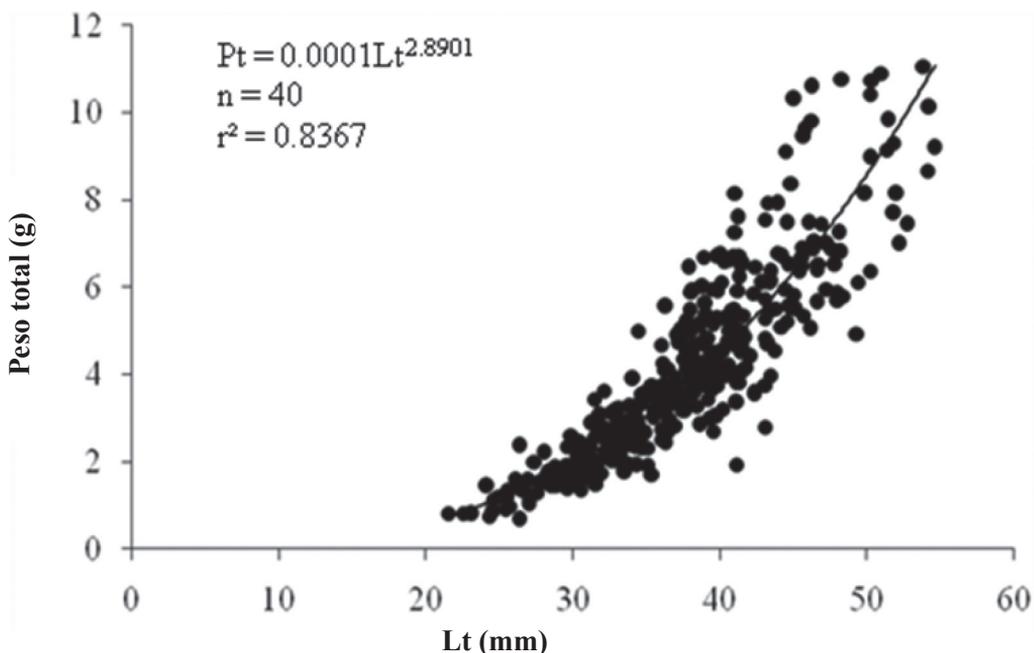


Fig. 2. Relación longitud (mm)-peso total (g) de la ostra perla *Pinctada imbricata* recolectada desde abril de 2012 hasta enero de 2013, en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela

Fig. 2. Length-weight ratio of the pearl oyster *Pinctada imbricata* collected from April 2012 to January 2013, in the La Restinga Lagoon, Margarita Island, Venezuela

a aumentos en la biomasa fitoplanctónica y disminuciones de temperatura y salinidad, por lo que estos estarían influenciando la actividad fisiológica de los animales.

Crecimiento y mortalidad

Los parámetros de crecimiento no estacional para *P. imbricata* determinados a partir de distribuciones de frecuencia de tallas agrupadas en clases de 2 mm

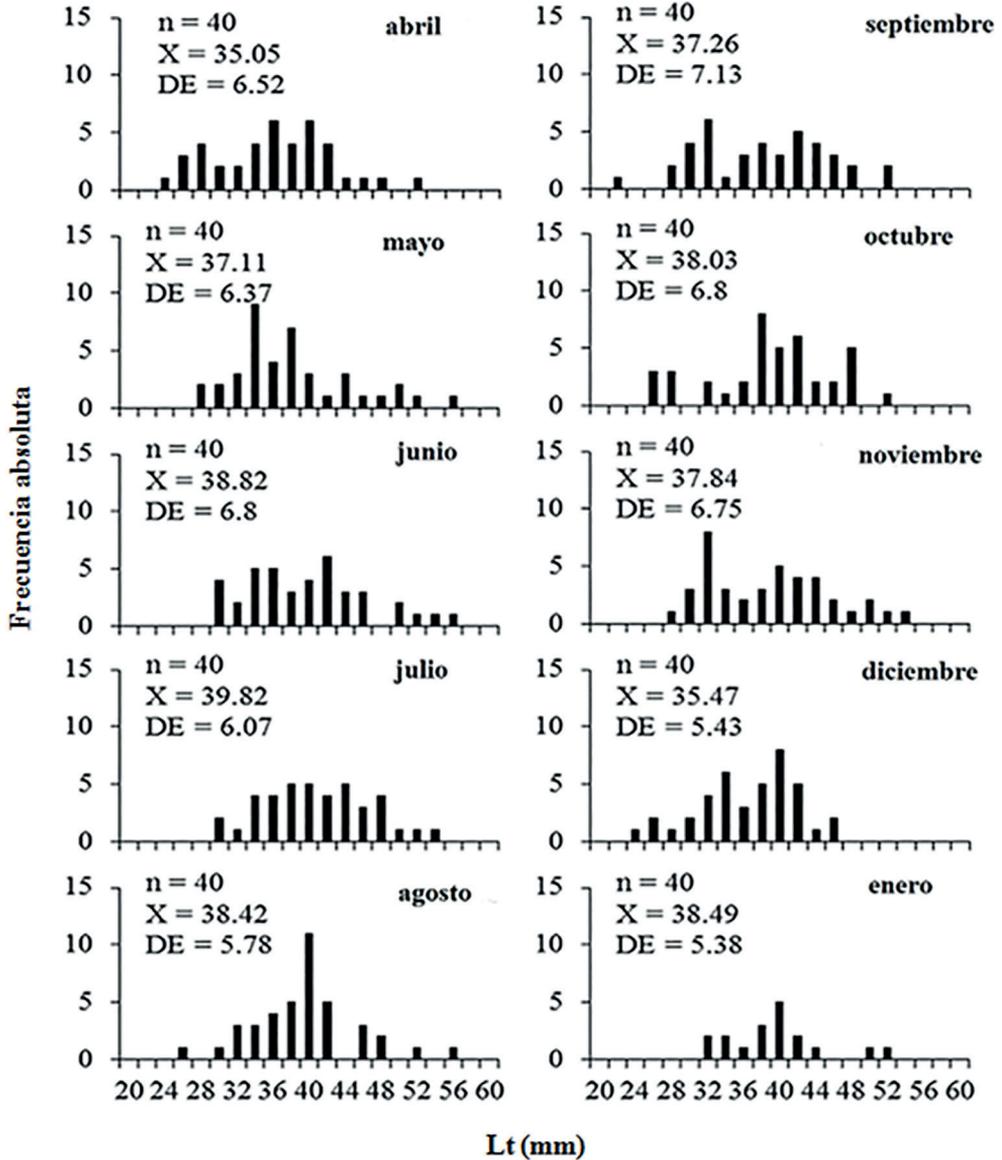


Fig. 3. Distribución mensual de frecuencia de longitud total (mm) de *Pinctada imbricata* recolectada desde abril de 2012 hasta enero de 2013

Fig. 3. Monthly frequency distribution of total length (mm) of *Pinctada imbricata* collected from April 2012 to January 2013

de longitud total permitieron obtener los siguientes valores: $L_{\infty} = 68.5$ mm, $K = 1.18/\text{año}$, $t_0 = 0.37$ (Fig. 6). De acuerdo con esto, la expresión final del crecimiento se puede representar por la siguiente ecuación: $L_t = 68.5[1 - \exp^{-1.18(t-0.37)}]$, donde el animal alcanza su talla comercial reglamentaria de 50 mm (talla reglamentaria establecida en la resolución MAT 009 del 12/08/2002) aproximadamente a los 18 meses de vida, estimándose una longevidad máxima de 2.92 años. La mortalidad natural está representada por la ecuación $\ln(Z) = 1.23 + (-0.832) \cdot \ln(2.92)$ con un valor de $Z = 1.40/\text{año}$, donde los valores 1.23 y 0.832 corresponden a las constantes de los parámetros “a” y “b” de la ecuación de Hoenig (1983) establecidos para moluscos.

DISCUSIÓN

Relación talla-peso, estructura de tallas e índice de condición

Las relaciones talla-peso permiten conocer si en un organismo predomina una tendencia isométrica ($b=3$) o alométrica ($b<3$ o $b>3$), definiendo así la proporción del crecimiento de los individuos de una población (Serrano, 2003). Esta relación es requerida en análisis pesqueros para estimar la dinámica y determinar el tamaño de la población, ya que la tasa de incremento en peso refleja la influencia de los factores ecológicos de un hábitat y cómo estos afectan a los organismos (Mohammed & Yassien, 2003).

P. imbricata en la laguna de La Restinga mostró un crecimiento alomé-

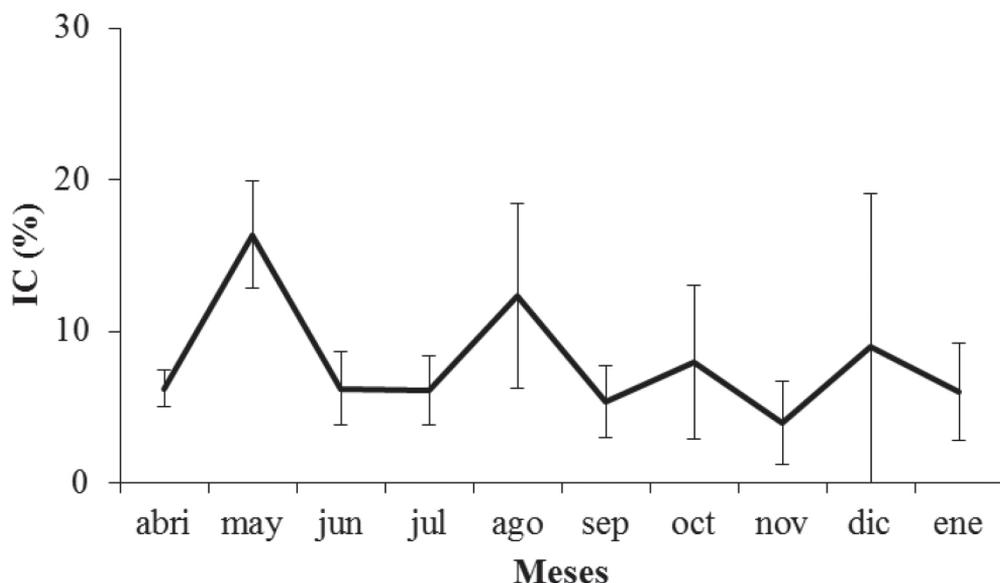


Fig. 4. Variación mensual del índice de condición de *Pinctada imbricata* recolectada desde abril de 2012 hasta enero de 2013 en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela

Fig. 4. Monthly variation of the condition index of *Pinctada imbricata* collected from April 2012 to January 2013 in the La Restinga Lagoon, Margarita Island, Venezuela

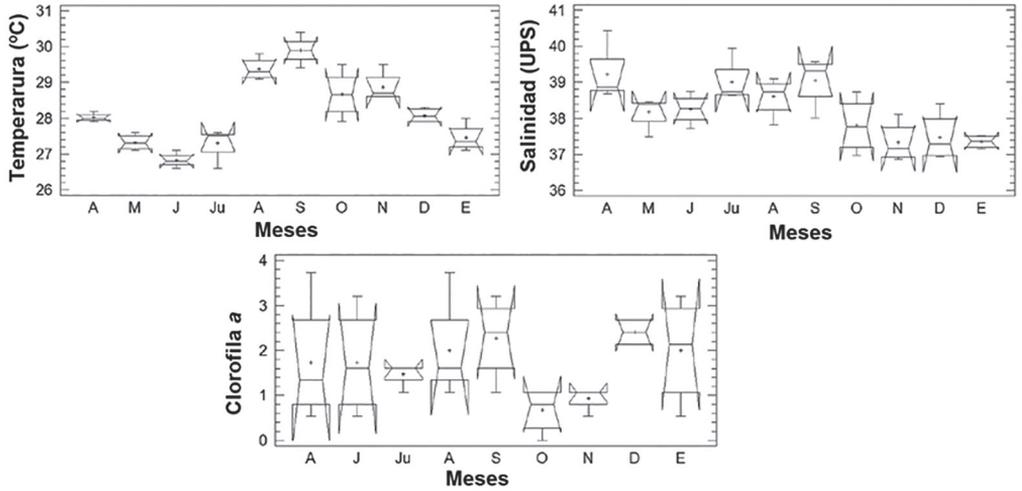


Fig. 5. Caja y bigotes de la variación estacional de temperatura, salinidad y clorofila *a* en el Indio, laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela
 Fig. 5. Box plot and whiskers indicating seasonal variation of temperature, salinity and chlorophyll *a* at the Indio, La Restinga Lagoon, Margarita Island, Venezuela

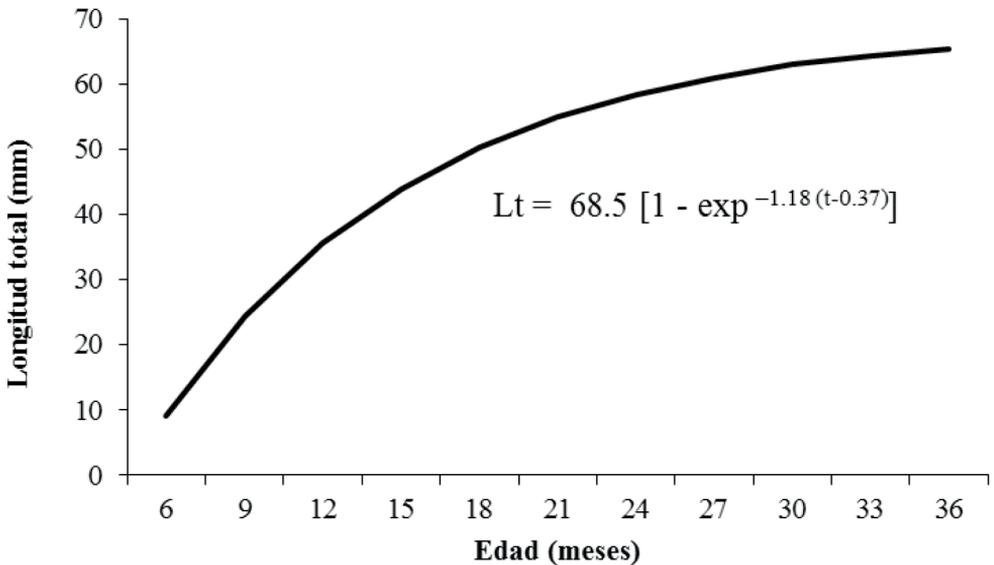


Fig. 6. Curva de crecimiento de von Bertalanffy de *Pinctada imbricata* recolectada desde abril de 2012 hasta enero de 2013 en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela
 Fig. 6. von Bertalanffy growth curve of *Pinctada imbricata* collected from April 2012 to January 2013 in the La Restinga Lagoon, Margarita Island, Venezuela

trico negativo ($b= 2.89$), mientras que Marcano *et al.* (2005) en Guamachito, Estado Sucre, estiman un crecimiento alométrico mayorante ($b= 3.15$); sin embargo, ha sido reportado en otras especies de ostras crecimiento minorante como en *Pinctada mazatlanica* en Baja California Sur, México (Saucedo-Lastra, 1995) y *Crassostrea rhizophorae* en Venezuela (Prieto *et al.* 2008; González *et al.* 2015), así como en otros bivalvos (Crescini *et al.* 2012). Este tipo de crecimiento puede estar asociado a la presencia de individuos de igual o semejante longitud pero con pesos diferentes producto de la condición reproductiva del momento, o bien, estar relacionado con el tamaño de la muestra, época del año y alimentación (Tresierra & Culquichicón, 1993). Además se debe tomar en cuenta que la especie es netamente marina y esta es la primera vez que se encuentra en ambientes lagunares, por lo que probablemente los resultados estén reflejando una adaptación a los factores ambientales en el sitio de muestreo (Rebelo *et al.* 2005).

La estructura de tallas detectada durante el periodo de muestreo difiere de los datos encontrados por Marcano (2001) para el banco de Las Cabeceras, Isla de Cubagua y Marcano *et al.* (2005) en Guamachito, Estado Sucre (50 y 70 mm de LT), sin embargo, hay coincidencia en la incorporación estacional de nuevos reclutas para la laguna de La Restinga y otras localidades venezolanas; esto es típico de especies con una estrategia de reproducción sincrónica y varios desoves anuales provenientes

de individuos con diferentes edades (Urban, 2000). De igual forma, Cabrera *et al.* (2001) señalan que las diferencias de tallas podrían ser atribuidas a la cantidad de alimento disponible en el medio o a los cambios en los factores ambientales de los ecosistemas al momento del estudio.

Las fluctuaciones del índice de condición de *P. imbricata* detectadas en este estudio son semejantes a las encontradas por León *et al.* (1987) para la especie, coincidiendo los bajos valores de IC entre junio y diciembre. De igual manera, León & Millán (1996) reportaron mayores valores los primeros meses del año y una disminución a partir de julio. Por otro lado, las investigaciones realizadas en La Guajira colombiana (Castellanos & Campos, 2007) han señalado baja condición fisiológica para la especie desde julio hasta diciembre relacionándola con la reproducción y múltiples factores abióticos (Rebelo *et al.* 2005). León *et al.* (1987) señalan que factores como salinidad, temperatura y producción primaria influyen en la reproducción y fijación de juveniles de *P. imbricata* en el nororiente de Venezuela: observando los picos de modas predominantes, encontrados durante el estudio, se podría inferir que podría existir una reproducción a tallas inferiores a la reportada o podría ser producto de una adaptación de la especie al ambiente lagunar (León, 2009), por lo que se hace necesario realizar otras investigaciones para proponer un manejo sustentable del recurso en la zona.

Román *et al.* (2001) señalan que el comportamiento reproductivo de los bivalvos es un factor determinante en la estimación de la condición del organismo. Por ello, se sugiere que los valores más bajos del índice de condición coinciden con la ocurrencia de gametogénesis y los valores más altos generalmente se combinan con la madurez (Villalejo-Fuerte & Ochoa-Báez, 1993). Mackenzie *et al.* (2003) señalan que *P. imbricata* es un hermafrodita protándrico, que presenta un periodo de desove prolongado, como ocurre en muchas especies tropicales. En Venezuela, Marcano (1984) señala que la talla de primera madurez sexual de la ostra perla se encuentra por debajo de los 50 mm de LT y que su ciclo reproductivo ocurre durante todo el año, con desoves de mayor intensidad entre junio y noviembre, lo que coincide con los descensos del índice de condición durante estos meses, siendo menor durante junio-julio y octubre y noviembre (León & Millán, 1996). De igual manera, León *et al.* (1987) reportan bajos valores del índice en los meses de junio a diciembre para tres bancos naturales de *P. imbricata* del nororiente de Venezuela, señalando que existe una relación inversa entre el IC y la época de desove, como se refleja en la presente investigación.

Crecimiento y mortalidad

El crecimiento de un organismo provee información ecológica básica e importante para el estudio de su dinámica poblacional (Lepore *et al.*

2009). El crecimiento de esta especie es rápido y es típico de bivalvos tropicales y ha sido bastante estudiado, existiendo varios valores de los parámetros de crecimiento (L_{∞} y K) en distintas localidades del país (cuadro 1). Estos valores, en general para bivalvos, varían de acuerdo con la localidad geográfica de la población, siendo estimulados por aumentos de temperatura y disponibilidad de alimento y retardados por cambios de salinidad y bajas temperaturas (Arrieche & Prieto, 2006), el sustrato, la edad, la temperatura, la madurez sexual y la estructura de talla de cada población (Crescini *et al.* 2012).

De igual forma, la tasa de crecimiento en este estudio ($K = 1.18/\text{año}$) fue inferior a la reportada por los estudios anteriormente señalados (cuadro 1). Los diferentes métodos utilizados para la estimación de los parámetros de crecimiento, así como las condiciones particulares de los casos de estudio parecen ser los factores que determinan las diferencias en las estimaciones, en adición a las condiciones ecológicas particulares de las localidades (Wright-López *et al.* 2009), por lo que es probable que las elevadas salinidades de la laguna de La Restinga, la cual es una laguna hipersalina (>40 UPS en la parte más interna) (Troccoli *et al.* 1999), estén influenciando el patrón de crecimiento de esta ostra.

La mortalidad natural es un parámetro importante en la evaluación de la dinámica de una población (McQuaid & Lindsay, 2000) y es muy dependiente de las condiciones ambientales. La importancia de los diferentes factores ambientales en determinar el grado de

Cuadro 1. Parámetros de crecimiento (L_{∞} y K) de *Pinctada imbricata* en distintas localidades de Venezuela y Colombia

Table 1. Growth parameters (L_{∞} and K) of *Pinctada imbricata* from different locations in Venezuela and Colombia

Lugar	L_{∞} (mm)	K (año ⁻¹)	Autor
Golfo de Cariaco	74.69	1.41	Verginelli & Prieto (1991)
Cubagua	77.54	1.67	Marcano (2001)
Guamachito	85.15	1.42	Marcano <i>et al.</i> (2005)
La Restinga	68.5	1.18	Presente estudio
La Guajira colombiana	84.00	0.93	Urban (2000)
Cabo de Vela, Colombia	65.7	1.76	Urban (2002)

mortalidad en poblaciones de Pteriiidae ha sido estudiada previamente para individuos del género *Pinctada* (Pouvreau & Prasil, 2001); el valor estimado para la especie en la laguna es inferior al encontrado por Marcano *et al.* (2005) en Guamachito, Estado Sucre. Para el caso de individuos del género *Pinctada* se considera que en términos generales las condiciones ambientales como los regímenes de temperatura y las variaciones geográficas de productividad determinan significativamente el crecimiento y la mortalidad de ostras en cultivo extensivo y en los bancos naturales (Pouvreau y Prasil, 2001), a estos se anexan la explotación pesquera (Arrieche & Prieto, 2006) y las relaciones intra e interespecíficas como lo son la competencia por espacio, alimento y la depredación, esta última ha sido bien documentada en sistema de cultivo donde se ha señalado la presencia de crustáceos (Urban, 2000) y gasterópodos del género *Cymatium*, los cuales llegan como larvas y crecen rápidamente para consumir ostras juveniles (Lodeiros *et al.* 2002) que son las más vulnerables por su fragilidad de la concha.

CONCLUSIONES

La ostra perla *P. imbricata* de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, presentó un amplio intervalo de tallas comprendidas entre los 21.56 y 54.61 mm de longitud total, donde el mayor número de individuos presentan tallas entre 38-40 mm.

Existe una correlación positiva ($r = 0.84$) entre la longitud total y el peso total de la ostra perla *P. imbricata* en la laguna de La Restinga, representada por la ecuación $Pt = 0.00017L^{2.89}$. La mortalidad natural para la población de ostra perla fue de 1.40/año.

Los parámetros de crecimiento en longitud para *P. imbricata*, durante el periodo abril de 2012-enero de 2013 fueron: $L_{\infty} = 68.5$ mm y $K = 1.18$ /año, estimándose que la ostra perla es de rápido crecimiento, obteniendo su talla comercial (50 mm) a los 18 meses.

AGRADECIMIENTOS

Al FONACIT y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación a través del financiamiento del proyecto PEII n° 1645. A Teófilo Marcano y

al personal de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar de la Universidad de Oriente, núcleo Nueva Esparta.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrieche, D. & Prieto, A. (2006). Parámetros poblacionales del guacuco *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) de la playa Caicara, Estado Anzoátegui, Venezuela. *Cien. Mar.*, 32(2), 285-296.
- Bautista, C. (1989). *Tecnología de los moluscos*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Bhattacharya, C. (1967). A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23, 115-135. doi: 10.2307/2528285.
- Cabrera, J. H., Protti, M., Urriola, M. & Sáenz, O. (2001). Crecimiento y madurez sexual de una población de *Saccostrea palmula* (Mollusca: Bivalvia), Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 49(3-4), 877-882.
- Castellanos, C. & Campos, N. H. (2007). Variación espacial y temporal de juveniles de *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) y *Argopecten nucleus* (Born, 1778) en la región norte del Caribe Colombiano. *Bol. Inv. Mar. Cos.*, 36, 209-227.
- Colgan, D. & Ponder, W. (2002). Genetic discrimination of morphologically similar, sympatric species of pearl oysters (Mollusca: Bivalvia: Pinctada) in eastern Australia. *Mar Freshwater Res.*, 53(3), 697-709.
- Crescini, R., Villalba, W., Prieto, A. & Leiva, R. (2012). Parámetros de crecimiento y mortalidad de *Tivela mactroides* (Veneridae) en la ensenada La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 51(1), 85-91.
- Cruz, R. A. & Villalobos, C. R. (1993). Monthly changes in tissue weight and biochemical composition of the mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 31, 175-179.
- Ehrhardt, N. M. (1981). *Métodos de análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo de pesca y su aplicación en modelos globales de pesquerías*. La Paz, Baja California Sur, México: CICIMAR.
- Gayanilo, F. C. Jr., Sparre, P. & Pauly, D. (1996). *Stock assessment tools (FISAT) user's manual*. Roma, Italia: FAO.
- Gómez, A. (1999). *Los recursos marinos renovables del Estado Nueva Esparta, Venezuela*. Caracas, Venezuela: Gráficas Capriles.
- González, L. W., Eslava, N. & Guevara, F. (2006). *Catálogo de la pesca artesanal del Estado Nueva Esparta, Venezuela*. Cumaná, Venezuela: RADOCA C.A.
- González, C., Crescini, R., Villalba, W., Maldonado, A., Vásquez, G. & Soto, G. (2015). Estructura de tallas, crecimiento y mortalidad de *Crassostrea rhizophorae* en la laguna de la Restinga, isla de Margarita, Venezuela. *Saber*, 27(2), 331-336.
- Hewitt, D. & Hoenig, J. (2005). Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fish. Bull.*, 103, 433-437.
- Hickman, R. W. & Illingworth, J. (1980). Condition cycle of the green-lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. *Mar. Biol.*, 60, 27-38. doi: 10.1007/BF00395603.
- Hoenig, J. M. (1983). Empirical use of longevity data to estimated mortality rates. *Fish. Bull.*, 82(1), 898-903.
- León, L. (2009). *Los ostrales de Pinctada imbricata del Edo. Nueva Esparta. II Reunión Técnica de la Red Suramericana de Conservación de Moluscos Bivalvos*. Guayacán, Venezuela: Universidad de Oriente.
- León, L. & Millán, Q. (1996). Variación del índice de condición y de la condición bromatológica de la ostra perlífera

- Pinctada imbricata* Röding, 1798 (Mollusca: Bivalvia) en Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 56(146), 23-31.
- León, L., Cabrera, T. & Troccoli, L. (1987). Fijación e índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) (Mollusca: Bivalvia) en tres bancos naturales del nororiente de Venezuela. *Contr. Cient. Ctro. Invest. Cient. UDO.*, 12, 1-44.
- Lepore, M. L., Penchaszadeh, P. E., Alfaya, J. E. & Herrmann, M. (2009). Aplicación de calceína para la estimación del crecimiento de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* Reeve, 1854. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 44(3), 767-774. doi: 10.4067/s0718-19572009000300022.
- Lodeiros, C. (1999). *Selección de especies de bivalvos representantes de ambientes marinos-costeros con potencialidades para su empleo en evaluaciones de toxicidad*. Cumana, Venezuela: INTEVEP S.A.
- Lodeiros, C. & Freitas, L. (2008). Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. En A. Lovatelli, U. Iker & A. Farias (Eds.), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 20-24). Puerto Montt, Chile: FAO.
- Lodeiros, C., Marín, B. & Prieto, A. (1999). *Catálogo de moluscos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia*. Cumana, Venezuela: Edición APUDONS.
- Lodeiros, C., Pico, D., Prieto, A., Narváez, N. & Guerra, A. (2002). Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult. Internat.*, 10(4), 327-339. doi: 10.1023/A:1022451608405.
- Lorenzen, C. (1967). Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Ocean.*, 12(2), 343-346. doi: 10.4319/lo.1967.12.2.0343.
- Mackenzie, C., Troccoli, L. & León, L. (2003). History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.*, 65(1), 1-20. doi: 10.3354/meps206147.
- Marcano, J. S. (2001). *Evaluación de la pesquería de la ostra perla Pinctada imbricata en el oriente de Venezuela*. Caracas, Venezuela: INIA.
- Marcano, J. S., Prieto, A., Lárez, A., Alió, J. & Sanabria, H. (2005). Crecimiento y mortalidad de *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae) en Guamachito, Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Cien. Mar.*, 31(2), 387-397.
- Marcano, V. (1984). *Aspectos biológicos de la reproducción en la ostra perla Pinctada imbricata (Röding, 1798) (Mollusca: Bivalvia) de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de Oriente, Venezuela.
- Márquez, A., Lodeiros, C., Semidey, D., Carpio, M., Graziani, C. (2011). Crecimiento y supervivencia de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) bajo diferentes sistemas de confinamiento en cultivo suspendido. *Zoo. Trop.*, 29(3), 337-351.
- McQuaid, C. D. & Lindsay, T. L. (2000). Effect of wave exposure on growth and mortality rates of the mussel *Perna perna*: bottom-up regulation of intertidal population. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 206, 147-154.

- Mohammed, S. Z. & Yassien, M. H. (2003). Population parameters of the pearl oyster *Pinctada radiata* (Leach) in Qatari Waters, Arabian Gulf. *Turk. J. Zool.*, 27, 339-343.
- Nuseti, O., Marcano, L., Zapata, E., Nusetti, S., Esclapes, M. & Lodeiros, C. (2004). Defensas inmunológicas y estrés oxidativo en el bivalvo marino *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae) expuesto a niveles de Fuel Oil. *Interciencia*, 29(6), 324-328.
- O'Connor, W. & Lawler, N. (2004). Reproductive condition of the pearl oyster, *Pinctada imbricata*, Röding, in Port Stephens, New South Wales, Australia. *Aquac. Res.*, 35(4), 385-396. doi: 10.1111/j.1365-2109.2004.01027.x.
- Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Stud. Rev.*, 1, 1-35.
- Pauly, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. *Doc. Tec. Pesca*, 234.
- Pouvreau, S. & Prasil, V. (2001). Growth of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, at nine culture sites of French Polynesia: synthesis of several sampling designs conducted between 1994 and 1999. *Aquat. Living Resour.*, 14, 155-163. 10.1016/S0990-7440(01)01120-2.
- Prieto, A., Montes, A. & Ruiz, L. (2008). Potencial de producción de biomasa en una población natural de la ostra *Crassostrea rhizophorae*, en La Laguna Grande de Obispo, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Interciencia*, 33(10), 747-753.
- Ramírez, P. (1996). *Lagunas Costeras Venezolanas*. Porlamar, Venezuela: Editorial Benavente & Martínez, C. A.
- Rebelo, M. F., Amaral, M. C. & Pfeiffer, W. C. (2005). Oyster condition index in *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) from a heavy-metal polluted coastal lagoon. *Braz. J. Biol.*, 65(2), 345-351. doi: 10.1590/S1519-69842005000200019.
- Román, G., Martínez, G., García, O. & Freites, L. (2001). Reproducción. Cap. 2. En A. Maeda-Martínez (Ed.), *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura* (pp. 27-59). México D.F.: Limusa.
- Ruffini, E. (1984). *Desarrollo larval experimental de la ostra perla Pinctada imbricata (Röding, 1798) (Mollusca: Bivalvia) y algunas observaciones sobre su reproducción en el banco natural de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de Oriente, Venezuela.
- Sabelli, B. (1982). *Guía de Moluscos*. Madrid, España: Ed. Grijalbo.
- Salaya, J. J. & Salazar, L. (1972). *Exploraciones y explotaciones de la ostra perla Pinctada imbricata en Venezuela*. Informe técnico N° 44. Proyecto de Investigación y desarrollo pesquero. Caracas, Venezuela: MAC/PNUD/FAO.
- Saucedo-Lastra, P. E. (1995). *Crecimiento, relaciones alométricas y reproducción de las ostras perleras Pinctada mazatlanica y Pteria sterna (Bivalvia: Pteriidae) en condiciones de repoblamiento en el Merito, Bahía de La Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría no publicada. CICI-MAR, México.
- Searcy, R. (1983). Un estudio sobre la condición de la almeja Pismo *Tivela stultorum* con datos de longitud y peso de la carne de capturas comerciales. *Ciencias Marinas*, 9(2), 19-30.

- Serrano, S. J. (2003). Análisis prospectivo de las relaciones morfométricas de *Pinna rugosa* Sowerby, 1835 (Bivalvia: Pinnidae) en Corralero-Alotengo, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 22, 31-39.
- Tresierra, A. & Culquichicón, Z. (1993). *Biología pesquera*. Trujillo, Perú: Editorial Libertad.
- Troccoli, L., Herrera-Silveira, J. & Salazar, J. (1999). C-N-P Budget of Laguna La Restinga, Venezuela. En S. Smith, M. Crossland & C. Crossland (Eds.), *Mexican and Central American Coastal Lagoon Systems: Carbon, Nitrogen and Phosphorus Fluxes* (Regional Workshop II) (pp. 79-83). Mérida, México: LOICZ.
- Urban, J. (2000). Culture potential of the Pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, 189, 361-373. doi: 10.1016/S0044-8486(00)00393-8.
- Urban, J. (2002). Modeling growth of different developmental stages in bivalves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 238, 109-114.
- Velasco, L. & Barros, J. (2010). Spat collection and experimental culture of the Atlantic pearl oyster, *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae), under suspended conditions in the Caribbean. *J. World Aquacult. Soc.*, 41(3), 281-297.
- Verginelli, R. & Prieto, A. (1991). Producción secundaria de *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) (Pterioida: Pteriidae) en una población del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Acta Cient. Venez.*, 42, 138-144.
- Villalba, W. (1995). *Biomasa de los compartimientos específicos de la producción secundaria de la ostra perla Pinctada imbricata* (Röding, 1798) (Mollusca: Bivalvia) de la localidad de El Guamache, Estado Sucre, Venezuela. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de Oriente, Venezuela.
- Villalejo-Fuerte, M. & Ochoa-Báez, R. I. (1993). El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en relación con la temperatura y el fotoperiodo en Bahía Concepción B.C.S., México. *Cienc. Mar.*, 19, 181-202.
- Wright-López, H., Holguín-Quiñones, O., Arreguín-Sánchez, F. & Roque-Villada, I. (2009). Crecimiento y mortalidad de la concha nácar *Pteria sterna* en bancos silvestres de Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.*, 57(3), 659-670.
- Zar, J. (1996). *Biostatistical Analysis*. New Jersey, EE. UU.: Prentice Hall.