

ESTRUCTURA DE TALLAS, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DEL MEJILLÓN VERDE *PERNA VIRIDIS* (LINNÉ, 1758) DE LA LAGUNA DE LA RESTINGA, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA.

MERVING GÓMEZ^{*}, ROBERTA CRESCINI¹, WILLIAM VILLALBA¹, EDUARDO MILLÁN² Y ANAÍS ANÉS¹

¹ *Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar; Universidad de Oriente, Boca del Río Venezuela*

² *AGRODIRECTO, Maracaibo, Venezuela*

**-mail: mervinggomez@gmail.com*

RESUMEN: El mejillón verde *Perna viridis* es una especie nativa de la región del Indo-Pacífico, la cual ha colonizado de manera exitosa las costas venezolanas. Debido a que la especie es invasora y ha colonizado las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* en la laguna de La Restinga y quizás desplazado a especies nativas como el *Perna perna*, el presente trabajo tiene por finalidad estimar algunos parámetros poblacionales de esta especie en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo de noviembre 2011 a octubre 2012. Se colectaron un total de 1592 individuos con talla mínima de 15,34 mm y máxima de 113,92 mm, cuya estructura de tallas mensual fue variable, encontrando la mayor cantidad de individuos en el intervalo de 65 a 75 mm. La relación longitud-peso de la especie quedó definida por la ecuación $Pt = 0,0006X^{2,497}$ indicando que la especie tiene un crecimiento alométrico minorante. Los parámetros de crecimiento determinados $L_{\infty} = 124,47$ mm, $k = 1,6/\text{año}$ y $t_0 = -0,065$ años mostraron un crecimiento rápido. El coeficiente de variación del índice de crecimiento (Φ') demostró que hay diferencias en el patrón de crecimiento de *P. viridis* entre las diferentes regiones geográficas. La tasa de mortalidad total (Z) fue alta (2,10/año). Se recomienda continuar con los estudios poblacionales de *P. viridis* ya que es una especie invasora y logra causar graves impactos en las zonas donde puede llegar a colonizar.

Palabras claves: Mollusca, Bivalvia, exótico, evaluación, dinámica.

ABSTRACT: The green mussel *Perna viridis* is a native species from the Indo-Pacific, which successfully colonize the venezuelan coast. Because the species is invasive and has colonized the roots of red mangrove *Rhizophora mangle* in La Restinga lagoon and perhaps displaced native species such as the *Perna perna*, this paper aims to estimate some of its population parameters in La Restinga lagoon, Margarita Island, Venezuela, since November 2011 to October 2012. A total of 1592 individuals with minimum size of 15.34 mm and a maximum of 113.92 mm were collected; the monthly size structure was varied, finding the largest number of individuals in the range of 65 to 75 mm. The length-weight relationship of the species was defined by the equation $Pt = 0,0006X^{2,497}$ indicating that the species has an allometric growth. Certain growth parameters $L_{\infty} = 124.47$ mm, $k = 1.6 / \text{year}$ and $t_0 = -0.065$ years showed rapid growth. The coefficient of variation of the growth rate (Φ') showed that there are differences in the pattern of growth of *P. viridis* between different geographic regions. The total mortality rate (Z) was high (2.10/year). It is recommended to continue with the population studies of *P. viridis* because as an invasive species it causes serious impacts in areas where it colonize.

Key words: Mollusca, Bivalvia, exotic, evaluation, dynamic.

INTRODUCCION

Los moluscos representan en la acuicultura marina uno de los grupos más importantes desde el punto de vista económico, debido a los bajos costos de producción y a su alta rentabilidad. Entre los grupos más cultivados en el mundo se encuentran ostras, almejas, vieiras y mejillones, los cuales han ayudado a suplir la demanda y necesidades alimenticias de una gran parte de la población mundial, destacándose los mejillones por presentar altas tasas de filtración, rápido crecimiento y elevada fecundidad (HICKS & TUNELL 1993; PILLAY 1997).

El género *Perna* (Bivalvia: Mytilidae) está constituido por tres especies: *Perna perna*, *P. viridis* y *P. canaliculus* (SIDALL 1980), las dos primeras se encuentran entre las quince especies de mitílidos reportadas para Venezuela (BEPERTHUY 1970; RYLANDER *et al.* 1996). Estos moluscos se caracterizan por tener el cuerpo comprimido por dos valvas unidas dorsalmente por medio de un ligamento, un pie muscular característico y una cavidad que encierra los órganos, agrupados en una masa visceral rodeada por un manto, el cual secreta la concha calcárea característica, de periostraco liso o con incrustaciones, biso desarrollado, charnela larga con dientes reducidos y umbos agudos (LODEIROS *et al.* 1999).

Perna viridis (Linné, 1758) es una especie nativa de la región del Indo-Pacífico, posee una distribución tropical que abarca desde el golfo Pérsico hasta las Filipinas y desde el este de China hasta Indonesia (DÍAZ & PUYANA 1994). Constituye una especie importante para la acuicultura en esos países, debido a que posee una serie de características ecológicas como alta tasa de filtración, puede alcanzar elevadas tasas de crecimiento, cortos períodos reproductivos y una elevada fecundidad y sus larvas presentan una amplia capacidad de dispersión. Se adapta rápidamente a las variaciones de temperatura, salinidad y alimento, lo que le permite colonizar varios ambientes marinos y estuarios (HICKS & TUNELL 1995; MORTON 1997; PILLAY 1997). La especie tiene un crecimiento variable y se caracteriza por ser un mejillón grande, cuya talla adulta promedio en la India y áreas adyacentes, se encuentra entre 80 y 165 mm de largo y ocasionalmente puede alcanzar hasta 300 mm (RAJAGOPAL *et al.* 1998). Los bajos costos de producción y a su alta rentabilidad han permitido, que en el sureste de Asia sea una de las cinco especies de mejillones más cultivada comercialmente (CHALERMWAT & LUTZ 1989).

En los bancos naturales, *P. viridis* se encuentra frecuentemente constituyendo densas poblaciones sobre un fondo duro de piedra, arena y cascajo, hasta una profundidad de 10 m, y habita la zona intermareal, sublitoral y ambientes estuarinos con altas salinidades (FERNÁNDEZ & JIMÉNEZ 2007). El hábitat, la dispersión, reclutamiento, densidad y el crecimiento de esta especie está condicionada por la influencia de factores fisicoquímicos como: exposición al oleaje, temperatura, desecación, salinidad, oxígeno disuelto, luz, contaminantes, superficie de fijación y disponibilidad de alimento y biológicos: competencia, depredación, presencia de herbívoros y reclutamiento, los que determinan las características y comportamiento de las poblaciones existentes (VÉLEZ & AZUAJE 1993; WILLIAMS 1994; RYLANDER *et al.* 1996; SEGNINI *et al.* 1998; TIRADO & MACIAS 2002).

En diferentes regiones geográficas se han realizado estudios sobre *P. viridis*, entre los más recientes destacan las investigaciones de dinámica poblacional de AL-BARWANI *et al.* (2007) en las costas de Malacca, Malasia y KHAN *et al.* (2010) en Bangladesh, India; SUNDARAM *et al.* (2011) estimaron la relación longitud-peso del mejillón verde en la ensenada de Versova, Mumbai; JAYALAKSHMY *et al.* (2013) realizaron estudios de biometría y morfometría

en las costas sureste de la India; THEJASVI *et al.* (2013) determinaron la alometría de la especie en un hábitat rocoso en Karnataka, India y THEJASVI *et al.* (2014) estimaron las relaciones morfométricas y la relación longitud-peso de la especie también en Karnataka, India.

En Venezuela, es considerada una especie con potencial para actividades de cultivo, particularmente el de fondo, mostrando una gran factibilidad, por presentar mejor crecimiento y supervivencia que *P. perna*, particularmente en aguas someras y en cultivo de estacas y de empalizada, donde alcanza tallas de 70 mm en 6 meses (LODEIROS & FREITES 2008). Es por ello que se han realizados diferentes estudios como el de URBANO *et al.* (2005) quienes describieron el desarrollo del crecimiento y supervivencia de los mejillones *P. perna* y *P. viridis* bajo cultivo suspendido en el golfo de Cariaco; VILLAFRANCA *et al.* (2006) analizaron la distribución de tallas de *P. viridis* en la laguna de La Restinga; PRIETO *et al.* (2009) evaluaron la dinámica poblacional de la especie en el morro de Guarapo, en Araya; en la isla de Margarita VIRE (2010) evaluó el crecimiento en biomasa e índice gonadosomático del mejillón verde en el banco natural de La Pachara y MARCANO (2011) determinó la estructura de tallas, densidad y biomasa de *P. viridis* en fondos rocosos de la Guardia y Tacuantar; ACOSTA *et al.* (2009) analizaron el efecto de la profundidad del golfo de Cariaco sobre el crecimiento; D'ARMAS *et al.* (2009) evaluaron la composición de lípidos en periodo de maduración del mejillón verde en el oriente venezolano y en la isla de Trinidad y MONTES (2011) estudió el crecimiento del mejillón verde en un sistema de cultivo en la ensenada de Turpialito estado Sucre.

Considerando que *P. viridis* ha colonizado las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* en la laguna de La Restinga y que es una especie invasora que quizás ha desplazado a especies nativas como el *P. perna* y tomando en cuenta que sus bancos son explotados comercialmente, formando en algunos casos el 100% de la captura que se vende, es de importancia evaluar la estructura de tallas, el crecimiento, la mortalidad total del mejillón verde *Perna viridis* en la laguna de La Restinga durante el periodo de noviembre 2011 a octubre 2012, aspectos que permitan describir el estado actual de esta población.

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE DATOS

Área de Estudio y Muestreo

La laguna de La Restinga, localizada en la isla de Margarita, está ubicada 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 y un área de 26 km². Su configuración es bastante compleja, ya que posee formaciones de mangles, sub-lagunas, caños y canales intercomunicados entre sí. Está separada del mar, por el norte, mediante una barra arenosa de 23 km de longitud (RAMÍREZ, 1996).

Se realizaron muestreos mensuales en tres zonas de la laguna: El Mánamo, El Gato y El Indio (Fig.1), desde noviembre 2011 hasta octubre del 2012, puesto que observaciones previas de la laguna permitieron avistar esta especie en relativa abundancia en ellas. Se recolectaron ejemplares mensualmente de *P. viridis* de todas las tallas, en una distancia de 50 m en el borde del manglar mediante buceo libre. Los organismos se colocaron en bolsas plásticas y fueron trasladados al laboratorio donde fueron procesados. Los individuos recolectados fueron medidos (Lt) con un vernier digital de ±0,01 mm de precisión y pesados (Pt) con una balanza digital de ±0,0001 g de precisión.

Estructura de talla y relación talla-peso: La distribución de tallas se realizó mediante la construcción de una matriz de datos con las frecuencias de tallas obtenidas con respecto a los meses de muestreo y a las estaciones, agrupándolos en intervalos de 5 mm. La relación entre la longitud total y el peso total se estimó a través de la ecuación propuesta por RICKER (1975): $Pt = a * Lt^b$ donde: Pt es el peso total (g); a es la intersección con el eje de las coordenadas; b es la pendiente y Lt es la longitud total (mm). Se probó la hipótesis de crecimiento isométrico mediante una prueba t-student (ZAR 2009) con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ teniendo como hipótesis Ho: $b = 3$ contra Ha: $b \neq 3$; los resultados de esta prueba fueron usados para determinar si el crecimiento es alométrico mayorante ($b > 3$) o minorante ($b < 3$).

Crecimiento y mortalidad: Los parámetros de crecimiento de longitud asintótica (L_{∞}) y coeficiente de curvatura (k) de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy se determinaron mediante el análisis de las distribuciones mensuales de frecuencia de longitudes, por medio del programa FiSAT II (GAYANILO *et al.* 1996). En primer lugar, se estimó una longitud asintótica (L_{∞}) aplicando el método de POWELL (1979) y WETHERALL (1986). Con la L_{∞} estimada se determinó el coeficiente

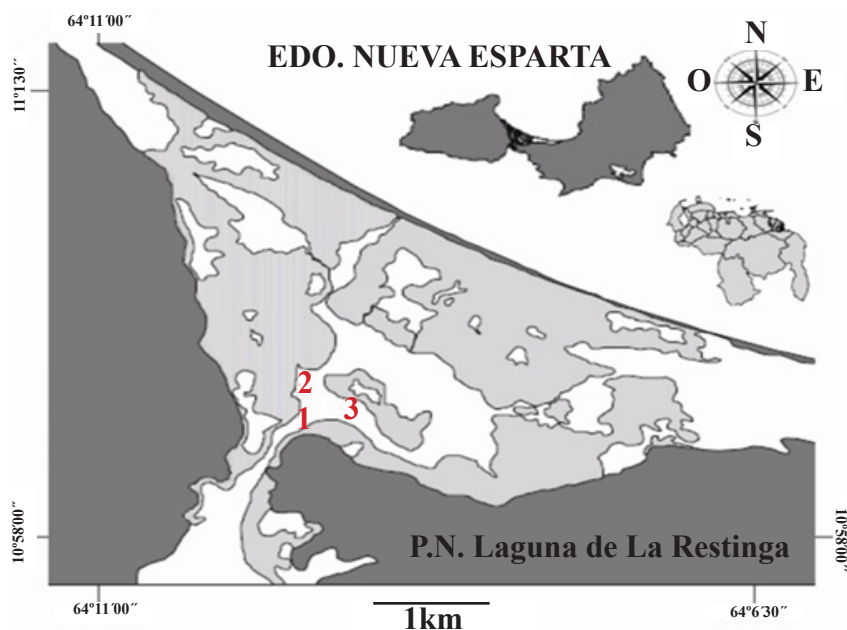


Fig. 1. Ubicación geográfica relativa de las zonas de muestreo 1) El Indio 2) El Gato y 3) Mánamo en la laguna de La Restinga, Venezuela.

de crecimiento (k) a través de la rutina ELEFAN I. Para optimizar L_{∞} y k se usó el procedimiento de GULLAND & HOLT (1959) previo análisis de la progresión modal utilizando para ello la descomposición de longitudes según el método de BHATTACHARYA (1967). Para la determinación del t_0 , necesario para estimar la curva de crecimiento en longitud, se utilizó la ecuación de PAULY & MUNRO (1984): $\log_{10}(t_0) = -0,3922 - 0,2752 * \log_{10} L_{\infty} - 1,038 * \log_{10} K$ donde: t_0 = la edad hipotética a la cual la longitud es cero. Una vez obtenidos los valores de los parámetros de crecimiento, se obtuvo la curva de crecimiento en longitud de von Bertalanffy por medio de la ecuación: $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ donde: L_{∞} es la longitud asintótica, K es el coeficiente de crecimiento, t_0 es la edad hipotética que debe haber tenido para que su longitud sea cero y L_t es la longitud teórica a la edad t .

Se realizó el cálculo de la edad límite mediante la fórmula propuesta por TAYLOR (1984): $A(0,95) = t_0 + (2,996)/K$ donde: $A(0,95)$ es la edad límite o tiempo requerido para alcanzar el 95% de L_{∞} . A su vez se aplicó la ecuación empírica del índice de desempeño de crecimiento o phi prima (Φ') de acuerdo a la fórmula establecida por PAULY & MUNRO (1984): $\Phi' = \log_{10} K + 2 \log_{10} L_{\infty}$, con la finalidad de observar si existen diferencias de crecimiento para la misma especie en diferentes regiones geográficas, los que posteriormente se compararon mediante el coeficiente de variación (CV) (SPARRE & VENEMA 1997).

La mortalidad total (Z), se determinó por medio de la ecuación establecida por HOENIG (1983): $\ln(Z) = a + b * \ln(t_{max})$ donde: $a = 1,23$ y $b = -0,832$ son las constantes de regresión estimadas para moluscos y t_{max} es la edad máxima, la cual fue calculada mediante la ecuación de TAYLOR (1962): $t_{max} = 3/K + t_0$.

RESULTADOS

Estructura de talla y relación talla peso

Se examinó un total de 1592 individuos de diferentes tamaños, siendo el más pequeño de 15,34 mm y el más grande de 113,92 mm, con un tamaño promedio de $59,18 \pm 17,59$ mm y pesos desde 0,43 g hasta 67,83 g con promedio de $13,28 \pm 9,53$ g. La frecuencia de tallas general presentó una distribución polimodal, encontrándose en el intervalo de 65 mm a 75 mm la mayor cantidad de ejemplares. La estructura de frecuencia de longitudes por estaciones también presentó un comportamiento polimodal

en todas las estaciones. La estación 1 (Mánamo) y 2 (El Gato) presentaron las mayores longitudes promedio ($60,42 \pm 18,42$ y $60,20 \pm 16,76$ mm de L_t , respectivamente), mientras que la estación 3 (El Indio) mostró una longitud promedio de $56,85 \pm 17,35$ mm de L_t . En la zona del Mánamo se encontró la mayor cantidad de ejemplares en el intervalo de 70 mm a 75 mm, en El Gato de 65 mm a 75 mm, mientras que en El Indio abundaron las longitudes más pequeñas en el intervalo 30 mm a 45 mm (Fig. 2).

La distribución de frecuencias de tallas por mes fue variable durante todo el muestreo, observando un comportamiento polimodal, presentándose hasta un máximo de 3 cohortes, determinadas mediante el método de BHATTACHARYA (1967), a lo largo del año de muestreo: estas corresponden a los meses de abril, mayo, julio y octubre. En los meses de noviembre, diciembre, enero, abril y mayo se observaron organismos de longitudes pequeñas lo que podría indicar que son meses de reclutamiento de la especie en la laguna (Fig. 3).

La relación longitud-peso de *P. viridis* estimada quedó definida mediante la ecuación $P_t = 0,0006 * L_t^{2,497}$. La constante b fue significativamente diferente a 3 ($t_{0,05}(1) (1592) = -2,105$; $p < 0,05$) demostrando un crecimiento alométrico minorante (Fig. 4).

Crecimiento y mortalidad

El método de POWELL (1979) y WETHERALL (1986) de *P. viridis*, permitió determinar la $L_{\infty} = 124,47$ mm. Se realizó la corrida del GULLAND & HOLT (1959), la cual no arrojó ningún resultado debido a las pocas clases modales que presentan los datos por ausencia de organismos juveniles, por lo que se utilizó el resultado de la L_{∞} obtenida mediante POWELL (1979) y WETHERALL (1986) en la rutina ELEFAN I para la estimación de $K = 1,6/\text{año}$. La edad límite estimada fue de $1,80 \approx 2$ años, en la cual el organismo alcanza una longitud de 118 mm. Se aplicó el modelo de von Bertalanffy, para determinar la curva de crecimiento en longitud $L_t = 124,47 * [1 - \exp(-1,6 * (t + 0,065))]$ la cual describió una curva del tipo exponencial acelerado hasta 0,25 años de vida, alcanzando aproximadamente el 39,59 % de su longitud asintótica, posteriormente disminuyó lentamente hasta hacerse casi constante hasta alcanzar su longitud máxima teórica (L_{∞}) (Fig. 5).

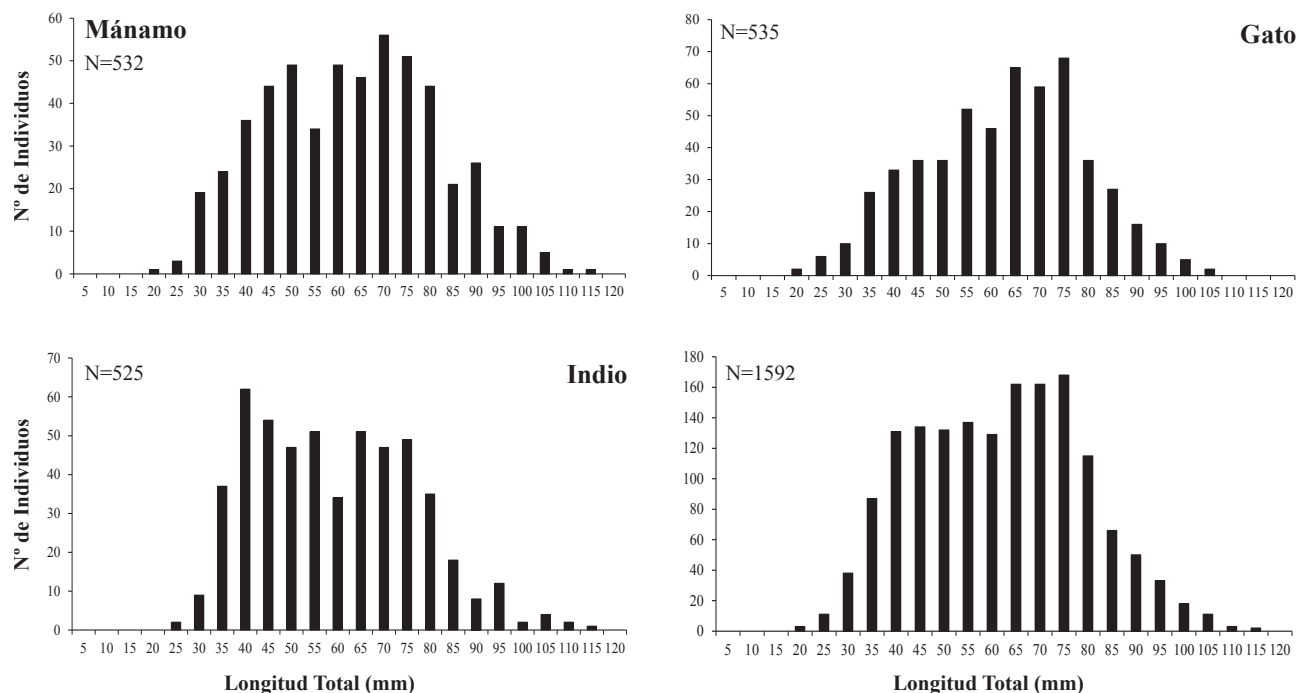


Fig. 2. Estructura de tallas por estación (Mánamo, El Gato y El Indio) y general de *P. viridis* en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo de noviembre 2011 a octubre 2012.

En la Tabla 1 se presentan los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, donde se observa similitudes en el índice de desempeño de crecimiento obtenido en el presente trabajo con los obtenidos por los diferentes autores, exceptuando los de NARASIMHAM (1981) y LEE (1985); sin embargo, el coeficiente de variación del Φ' indica que existen diferencias en el patrón de crecimiento entre las diferentes regiones geográficas.

La mortalidad total para la población de *P. viridis* evaluada en la laguna de La Restinga fue alta, siendo $Z=2,10/años$.

DISCUSION

Las longitudes determinadas en *P. viridis* fluctuaron entre 15,34 mm y 113,92 mm de longitud total (Lt), longitudes similares a las obtenidas por VILLAFRANCA *et al.* (2006) en la laguna de La Restinga (7,82 mm y 137,07 mm), por VIRE (2010) en el banco de La Pachara, La Guardia, isla de Margarita (15 mm y 110 mm de Lt) y por MARCANO (2011) en la Guardia y Tacuantar (7,13 mm y 112,53 mm). GARCÍA *et al.* (2005) en la península de Araya reportan longitudes desde 4,3 mm hasta 101,08 mm. El rango de tallas determinadas en el presente estudio fue

ligeramente menor a lo obtenido por KHAN *et al.* (2010), quienes estimaron longitudes comprendidas entre 23 mm y 134 mm en el Río Naf, Bangladesh y JAYALAKSHMY (2013) en las costas de la India (24,3 mm a 106 mm).

La frecuencia de longitudes por estación y mensual reflejó un comportamiento multimodal, con presencia de hasta 3 cohortes en los meses de abril, mayo, julio y octubre, similar a lo encontrado por GARCÍA *et al.* (2005), quienes encontraron distribuciones multimodales con hasta cinco cohortes en un año y la predominancia de la longitud de 20 mm y de 40 mm a 70 mm en la población de la península de Araya. PRIETO *et al.* (2009) determinaron dos cohortes para *P. viridis* del morro de Guarapo con predominancia de tallas de 50 mm. KHAN *et al.* (2010) encontraron que los patrones de reclutamiento de *P. viridis* son continuos y se extienden a dos o más picos por año. GARCÍA *et al.* (2005) y PRIETO *et al.* (2009) reportaron en el estado Sucre un mayor reclutamiento en los meses de enero, febrero, abril, septiembre y diciembre. VIRE (2010) en la isla de Margarita reporta mayores incorporaciones de reclutas en los meses de marzo, abril y junio. A su vez, AL-BARWANI *et al.* (2007) señalan un reclutamiento continuo con mayor

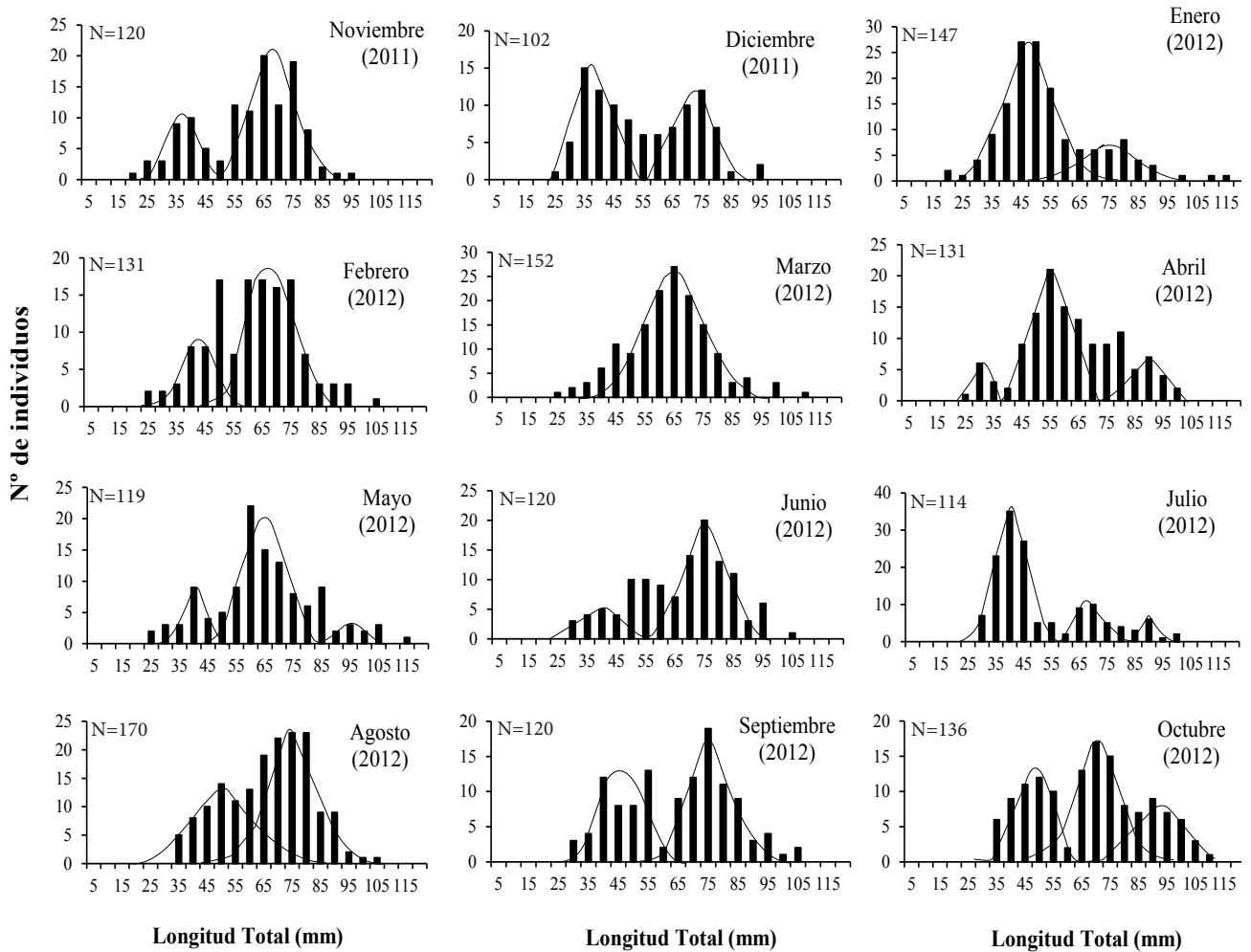


Fig. 3. Distribución de frecuencia de tallas mensual de *P. viridis* de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo de noviembre 2011 a octubre 2012.

ocurrencia durante los meses de julio y agosto en Malasia y KHAN *et al.* (2010) en la costa de Bangladesh señalan un reclutamiento continuo con mayor predominancia en los meses de mayo y agosto. Esto confirma que los bivalvos de ambientes tropicales se reproducen todo el año, con diferente intensidad.

La relación longitud - peso puede ser utilizada para evaluar el estado de salud de los individuos de una población así como para determinar posibles diferencias que permitan separar un stock de la misma especie. Es importante en el manejo de las pesquerías para poder comparar entre estudios de crecimiento de la misma

especie, dado que los incrementos de tamaño y de peso son el parámetro más apropiado para las mediciones (THEJASVI 2014). El crecimiento y la forma de la concha están influenciados por factores abióticos (exógenos o ambientales) y bióticos (endógenos/fisiológicos); los que en varias especies de bivalvos, hacen que las conchas se vuelven más altas y más amplias durante el crecimiento a fin de contrarrestar el desalajo involuntario por la turbulencia y las corrientes (GASPAR *et al.* 2002).

En el presente estudio el valor de $b = 2,49$ expresa un crecimiento alométrico minorante. Este resultado coincide con lo reportado por HEMACHANDRA & THIPPESWANY (2008)

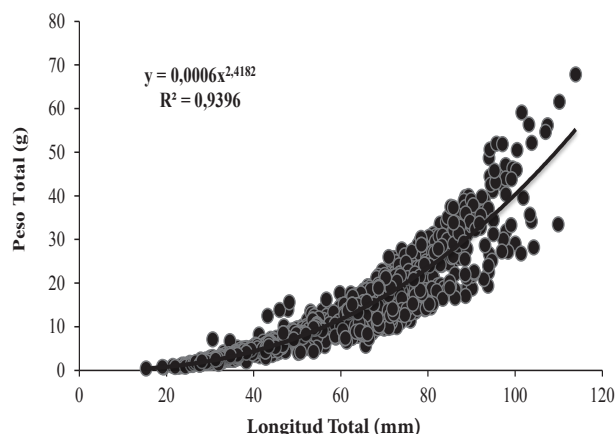


Fig. 4. Relación longitud-peso de *P. viridis* de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo de noviembre 2011 a octubre 2012.

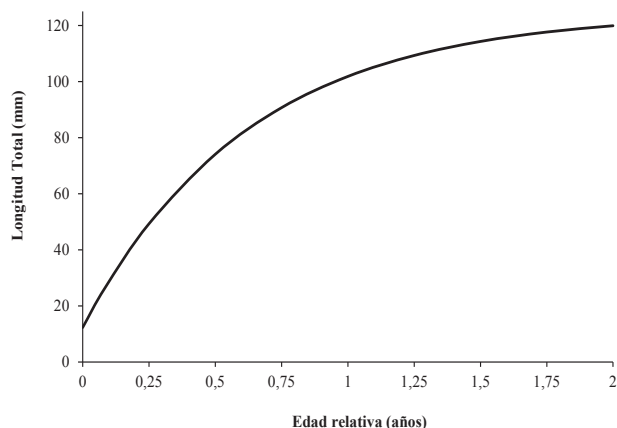


Fig. 5. Curva teórica de crecimiento de *P. viridis* de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo de noviembre 2011 a octubre 2012.

($b=2,95$); SUNDARAM *et al.* (2011) ($b=2,67$); THEJASVI *et al.* (2013) ($b=2,74$) y THEJASVI *et al.* (2014) ($b=2,77$) para la India; AL-BARWANI *et al.* (2007) en Malasia (2,6). AL-BARWANI *et al.* (2007) indica que esto podría ser explicado por la influencia de los factores ecológicos tales como la densidad de mejillones y el nivel de la orilla. El comportamiento alométrico que presenta el crecimiento de esta especie es el mismo en todos los ambientes donde se encuentra distribuida; no obstante, el crecimiento en

longitud de la concha en mitílidos tropicales es mayor que la reportada en mitílidos templados (VAKILY 1989), esto se debe a que los bivalvos de zonas templadas presentan una mayor longevidad (BRETHES *et al.* 1986) y una menor tasa metabólica en comparación con las especies tropicales (PEREIRA *et al.* 1988).

Los patrones de crecimiento de los moluscos son importantes para evaluar su potencial de producción y la

Tabla 1. Parámetros de crecimiento del mejillón verde *P. viridis* según el modelo de von Bertalanffy en diferentes regiones geográficas.

Localidad	L_{∞} (mm)	K (año ⁻¹)	Φ'	Fuente
Malasia	89,4	2,4	4,28	CHOO Y SPEISER (1979)
Malasia	102,3	1,5	4,19	AL – BARWANI <i>et al.</i> (2007)
India	184,6	0,25	3,93	NARASIMHAM (1981)
Hong Kong	101,9	0,30	3,49	LEE (1985)
Tailandia	112,0	1,00	4,09	TUAYCHAROEN <i>et al.</i> (1988)
Bangladesh	136,5	1,30	4,38	KHAN <i>et al.</i> (2010)
Venezuela	104,5	1,13	4,09	GARCÍA <i>et al.</i> (2005)
Venezuela	101,4	0,99	4,00	PRIETO <i>et al.</i> (2009)
Venezuela	130,5	1,04	4,24	VIRE (2010)
Venezuela (La Restinga)	124,47	1,6	4,39	Presente Estudio
Media			4,11	
Desviación típica			0,27	
C. V.			6,57 %	

energía que fluye a través de las poblaciones (GASPAR *et al.* 2002). Las características de crecimiento de los mejillones son importantes para comprender la influencia de las condiciones climáticas en su morfometría. La temperatura es el principal factor que influye en su crecimiento y otros factores incluyen alimentación, fouling y el hábitat (KULAKOVSKII & LEZIN 2002).

Las diferencias de los parámetros de crecimiento de *P. viridis* obtenidas entre las diferentes regiones geográficas puede deberse a las fluctuaciones de temperatura y disponibilidad de alimento a lo largo del tiempo en especies con tendencia a la explotación (VIRE 2010). PEREIRA (1982) señala que, en general, el crecimiento de los bivalvos varía de acuerdo a la localización geográfica de la población, y se encuentra estimulado por aumentos en la temperatura del agua y mayores aportes de alimento; en cambio sería retardado por salinidades y temperaturas bajas. BRIONES & GUIÑEZ (2005) señalan que muchas especies de mitílidos, en su tendencia a formar agregaciones de individuos altamente densas, conforman usualmente matrices multiestratificadas, en las cuales, ocurre una competencia por espacio y alimento, sometiendo a los individuos a un ambiente estresante en donde la sobrevivencia y el crecimiento se ven afectados a medida que aumenta la densidad.

En el presente estudio, se obtuvo que *P. viridis* a los 12 meses de edad presentó una longitud de 101,82 mm superando los resultados obtenidos por GARCÍA *et al.* (2005) con 71 mm en la península de Araya y PRIETO *et al.* (2009) de 64 mm a 75 mm en el morro de Guarapo, estado Sucre. SREENIVASAN *et al.* (1989) en la India con 79,8 mm a los 11 meses, RAJAGOPAL *et al.* (1998b) de 83 mm en la India, AL-BARWANI *et al.* (2007) en la península de Malasia con 79,53 mm a los 12 meses, pero menor al resultado de RAJAGOPAL *et al.* (1998a) en India con una longitud al año de 119 mm. Esto puede ser debido al incremento del flujo del alimento (fitoplancton) causado por las corrientes presentes en esas áreas y las condiciones estacionales (VAKILY 1989), temperaturas y salinidades más estables que permiten mejores tasas de crecimiento e influyen sobre la reproducción de la especie, obteniéndose un mayor número de cohortes dominando sobre la fauna acompañante.

Los estudios de mortalidad en poblaciones naturales son importantes porque permiten obtener información de

las pérdidas que pueden ocurrir, indicando la necesidad de tomar medidas de protección que minimicen estos factores (JIMÉNEZ *et al.* 2004). La estimación de las tasas de mortalidad es un aspecto muy importante para la evaluación pesquera, y fundamentalmente en el caso de los moluscos bivalvos, ya que al hacer la comparación entre la tasa de mortalidad natural y mortalidad por pesca y si esta refleja un resultado mayor que la mortalidad natural, quiere decir que la muerte por pesca es mucho mayor que la ocasionada por causas naturales, lo cual manifiesta que el recurso se encuentra en fase de sobreexplotación (BORDA & CRUZ 2007).

La mortalidad total de *P. viridis* fue menor a lo reportado por AL-BARWANI *et al.* (2007) en Malasia con un $Z = 2,48$ año⁻¹ y mayor a lo reportado por KHAN *et al.* (2010) en Bangladesh ($Z = 1,90$ año⁻¹). En el presente trabajo, el Z determinado fue influenciado en gran parte por la acción del hombre (pesca) lo cual indica un resultado alto. SPARRE & VENEMA (1997) indican que los organismos que presentan una mortalidad de 2 es alta y la especie puede extinguirse en poco tiempo. El valor de Z puede ser interpretado como una consecuencia de los requerimientos fisiológicos, tasa de depredación de los diferentes estados de desarrollo y como un resultado de las condiciones ambientales que actúan sobre la vida de los individuos (RAMÍREZ & ARREGUÍN 2002).

Cuando están en las fases larvaria, juvenil y adulta, la mortalidad de los bivalvos puede estar originada por una gran variedad de causas, de origen biológico o ambiental. Los factores físicos como las temperaturas demasiado elevadas o muy bajas pueden ser letales para los bivalvos; variaciones en la salinidad, sobre todo la baja después de periodos de lluvias fuertes, provocan grandes mortalidades. La depredación de algunos parásitos provoca mortalidades sobre todo en la fase adulta, un ejemplo el anélido perforador *Polidora* sp. y algunas esponjas. Probablemente la mayor causa de mortalidad en los bivalvos sean las enfermedades (HELM *et al.* 2006) pero para *P. viridis* en la laguna de La Restinga, es probablemente la explotación comercial sin control es la que influye principalmente en su mortalidad, ya que se extraen organismos de cualquier talla, llevando con ellos los reclutas, formando en muchos casos un gran porcentaje de los bivalvos vendidos en el estado Nueva Esparta.

CONCLUSIONES

El mejillón verde *P. viridis* presentó un intervalo de longitudes desde 15,34 mm hasta 113,92 mm, con presencia de tres cohortes. La relación longitud-peso mostró que presenta un crecimiento alométrico minorante. Los parámetros de crecimiento demostraron que es una especie de crecimiento rápido con una edad límite de aproximadamente 2 años y una alta tasa de mortalidad total para la laguna de La Restinga.

REFERENCIAS

- ACOSTA, V., C. LODEIROS, A. PRIETO, M. GLEM & Y NATERA. 2009. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 27(3): 315-328.
- AL-BARWANI, S., A. ARSHAD, S. AMIN, S. JAPAR, S. SIRAJ & C. YAP. 2007. Population dynamics of the green mussel *Perna viridis* from the high spat-fall coastal water of Malacca, Peninsular Malaysia. *Fish. Res.* 84: 147-152.
- BHATTACHARYA, C. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.
- BORDA, C. & R. CRUZ. 2007. Crecimiento y tasas de mortalidad del bivalvo *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) en el pacífico colombiano. *Rev. Invest. Mar.* 25(3):177-184.
- BRETHES J., G. DESROSIERS & J. FORTIN. 1986. Croissance et production du bivalve *Mesodesma artatum* (Conrad) sur la côte nord du golfe du Saint-Laurent. *Can. J. Zool.* 64: 1914-1919.
- BRIONES, C. & R. GUÍNEZ. 2005. Asimetría bilateral de la forma de las valvas y posición espacial en matrices del chorito *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Mytilidae). *Rev. Chilena Hist. Nat.* 78: 3-14
- CHALERMWAT, K. & R. LUTZ. 1989. Farming the green mussel in Thailand. *World Aquaculture*, 20: 41-46.
- DÍAZ, J. & M. PUYANA. 1994. *Moluscos del caribe colombiano*. Editorial Presencia. Santa Fe, Bogotá. 291 pp.
- D'ARMAS, H., T. KOFTAYAN & J. MILANO. 2009. Composición de lípidos del mejillón verde (*Perna viridis*) en periodo de maduración, proveniente de diferentes localidades, mediante métodos cromatográficos y de RMN13C. Parte II. 235. *Saber*. 21(3): 235-243.
- FERNÁNDEZ, J. & M. JIMÉNEZ. 2007. Fauna malacológica del litoral rocoso de la costa sur del Golfo de Cariaco y costa norte del Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Instit. Oceanogr. Venezuela*. 46 (1): 9-18.
- GARCÍA, Y., A. PRIETO, J. MARCANO, C. LODEIROS & D. ARRIECHE. 2005. Producción secundaria del mejillón verde (*Perna viridis* L. 1758), en la península de Araya, Venezuela. *Rev. Cient., FCV-LUZ*. XV, 252–262.
- GASPAR, M., M. SANTOS, P. VASCONCELOS & C. MONTEIRO. 2002. Shell morphometric relationships of the most common bivalve species (Mollusca: Bivalvia) of the Algarve coast (southern Portugal). *Hydrobiologia*. 477: 73-80.
- GAYANILO, F., P. SPARRE & D. PAULY. 1996. *The FAO-ICLARM Stock assessment tools (FiSAT) user's manual* FAO. Computerized Information Series (Fisheries) 8. Roma, Italia. 126 pp.
- GULLAND, J. & S. HOLT. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Consejo Internacional Pour L'Exploitation Mer*, 25: 47–49 pp.
- HELM, M., N. BOURNE & A. LOVATELLI. 2006. (Eds). *Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico*. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 471. Roma, Italia. 182 pp.
- HEMACHANDRA & S. THIPPESWAMY. 2008. Allometry and condition index in green Mussel *Perna viridis* (L.) From St. Mary's island off Malpe, near Udupi, India. *Aquac. Res.* 39: 1747-1758.

- HICKS, D. & J. TUNELL. 1993. Invasión of the South Texas coast by the edible Brown mussel *Perna perna* (Linne, 1758). *The Veliger*. 36: 92-94.
- HICKS, D. & J. TUNELL. 1995. Ecological notes and patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linne, 1758), in the Gulf of Mexico. *Am. Malac. Bull.* 11(2): 203-206.
- HOENING, J. 1983. Empirical use of longevity data to estimated mortality rates. *Fish. Bull.* 82(1): 898-903.
- JAYALAKSHMY, K., N. MAHESWARI, K. DILEEP & M. VIJAYAN. 2013. Biometric and morphometric studies of *Perna viridis* and *Perna indica* along the southwest coast of india: a statistical approach. *J. Exp. Biol. Agric. Sci.* 1(4): 285-296.
- JIMÉNEZ, M., A. PRIETO, L. RUIZ, B. MARIN & T. ALLEN. 2004. Distribución de tallas, crecimiento y mortalidad de *Anadara notabilis* (Bivalvia: Arcidae) en la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Instit. Oceanogr. Venezuela*. 43(1 y 2): 41-47.
- KHAN, M., Z. ASSIM & N. ISMAIL. 2010. Population dynamics of the green Lipped mussel, *Perna viridis* from the offshore waters of Naf river coast, Bangladesh. Chiang mai. *J. Sci.* 37: 344-354.
- KULAKOVSKII, E & P. LEZIN. 2002. Filtration activity of the blue mussel, *Mytilus edulis* (Mytilida, Mytilidae), under influence of the starfish, *Asterias rubens* (Forcipulata, Asteroidea). *Zoologicheskyy Zhurnal*, 81: 292-297.
- LODEIROS, C. & L. FREITES. 2008. *Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela*. En: *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América latina*. Eds. A. Lovatelli, A. Fariás & I. Uriarte. FAO Actas de pesca y acuicultura. No. 12. Roma, Italia. 135-150.
- LODEIROS, C., B. MARÍN & A. PRIETO. 1999. *Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia*. Ediciones APUDONS. Cumaná, Venezuela. 109 pp.
- MARCANO, A. 2011. *Estructura de tallas, densidad y biomasa de Perna viridis (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Mytilidae) de fondos rocosos de la guardia y Tacuantar, isla de Margarita, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 70 pp.
- MONTES, M. 2011. *Crecimiento del mejillón verde Perna viridis (L., 1758) bajo sistema de cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela, 41 pp.
- MORTON, B. 1997. *The aquatic nuisance species problem: a global perspective and review*. En: *Zebra mussels and aquatic nuisance species*. Ed. D. Itri- Ann Arbor Press, Inc. Michigan, Estados Unidos.
- PAULY, D. & J. MUNRO. 1984. Once more on the comparisor of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 21.
- PEREIRA, R. 1982. *Producción, crecimiento y distribución del mejillón de fondo Modiolus modiolus squamosus (Beauperthuy, 1967)*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela, 104 pp.
- PEREIRA R., A. PRIETO & M. FLORES. 1988. Notas sobre el crecimiento en una población del mejillón *Modiolus squamosus*. *Ac. Cient. Venzlna*. 39: 281-288.
- PILLAY, T. 1997. *Acuicultura principios y prácticas*. Editorial Limusa, S. A. México, 35-55.
- POWELL, D. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. Rapport process-V Reunion *Conseil International pou L'Exploitation de la Mer*. 175: 167-169.
- PRIETO, A., D. ARRIECHE & Y. GARCÍA. 2009. Aspectos de la dinámica poblacional del mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) en el morro de Guarapo, península de Araya, Venezuela. *Interciencia*. 34 (3): 202-208.
- RAJAGOPAL, S., V. VENUGOPALAN, K. NAIR, G. VAN DER VELDE & H. JENNER. 1998a. Settlement and growth of the green mussel *Perna viridis* (L.)

- in coastal waters: influence of water velocity. *Aquatic. Ecol.* 32: 313-322.
- RAJAGOPAL, S., V. VENUGOPALAN, K. NAIR, G. VANDER VELDE, H. JENNER & C. DEN HARTOG. 1998. Reproduction, growth rate and culture potential of the green mussel, *Perna viridis* (L.) in Edaiyur backwaters, east coast of India. *Acuaculture*, 162: 187-202.
- RAMÍREZ, P. 1996. *Lagunas costeras venezolanas*. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Centro Regional de Investigaciones Ambientales Benavente y Martínez C. A. 275 pp.
- RAMÍREZ, M. & F. ARREGUÍN. 2002. Life history duration and natural mortality for the pink shrimp *Farfantepenaeus* (Burkenroad, 1939) in the southern Gulf of Mexico, using the gnomonic model for time division. *Fish. Res.* 60: 45-51.
- RICKER, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Department of Environmental Fisheries and Marine Science. *Bull. fish. res. bd. Can.* 191: 382 pp.
- RYLANDER, K., J. PÉREZ & J. GÓMEZ. 1996. The distribution of the brown mussel, *Perna perna* and the green mussel *P. viridis* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae) in North Eastern Venezuela. *Carib. Mar. Stud.* 5: 86-87.
- SEGNINI, M., S. CHUNG & J. PÉREZ. 1998. Salinity and temperature tolerances of the green and brown mussels, *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). *Rev. Biol. Trop.* 46 (5): 121-125.
- SIDALL, S. 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). *Bull. Mar. Sci.* 30: 858-870.
- SUNDARAM, S., C. JOSEKUTTY & B. CHAVAN. 2011. Length-weight relationship of Green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) from Versova creek, Mumbai. *Mar. Fish. Inf. Ser.* 207: 33-34.
- SPARRE, P. & S. VENEMA. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Part 1. *Manual FAO Documento Técnico de Pesca*. 306. 1 Rev. 2: 420 pp.
- TAYLOR, C. 1962. Growth equations with metabolic parameter. *International Council for the Exploration of the Sea*. 27(3):270-286 pp.
- TAYLOR, C. 1984. Good growth and temperature. *Conseil pour L' Exploitation de la Mer*, 23: 366-370.
- THEJASVI, A., CHANDRAKALA, K. SHENOY & S. THIPPESWAMY. 2013. Allometry of the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus) from the intertidal rocky habitat of Mukka, Karnataka, India. *J. Theor. Biol.* 9 (3&4):105-112.
- THEJASVI, A., C. SHENOY & S. THIPPESWAMY. 2014. Morphometric and length-weight relationships of the green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus) from a subtidal habitat of Karwar coast, Karnataka, India. *Internat. J. Recent Sci. Res.* 5: 295-299.
- TIRADO, C. & J. MACIAS. 2002. *Cultivo de mejillón. Aspectos generales y experiencias en Andalucía*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de Pesca y Acuicultura. Sevilla, España, 182 pp.
- URBANO, T., C. LODEIROS, M. DE DONATO, V. ACOSTA, D. ARRIECHE, M. NÚÑEZ & J. HIMMELMAN. 2005. Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna*, *Perna viridis* y de un morfotipo indefinido bajo cultivo suspendido. *Cienc. Mar.* 31(3): 517-528 pp.
- VAKILY, J. 1989 *The biology and culture of mussel of the genus Perna*. Studies and Review N° 17. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines. 63 pp.
- VÉLEZ, A. & O. AZUAJE. 1993. Efectos de algunos factores físicos sobre la fijación larval del mejillón *Perna perna* (Linnaeus). *Bol. Inst. Ocean. Venezuela*. 49-55.
- VILLAFRANCA, S., T. ALLEN, J. BOLAÑOS, M. JIMÉNEZ & J. HERNÁNDEZ. 2006. Análisis de distribución de tallas del mejillón verde *Perna viridis* (linné, 1758) (Mollusca: Bivalvia) en cinco estaciones de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela.

- VIRE, E. 2010. *Estimación del crecimiento, biomasa seca por compartimiento e índice gonadosomático del mejillón verde Perna viridis (Linné, 1758) del banco natural La Pachara, de la localidad de La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. Durante el período julio 2008 – junio 2009.* Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 66 pp.
- WETHERALL, J. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. *Fishbyte* (4): 12–14.
- WILLIAMS, G. 1994. The relationship between shade and mollusca grazing in structuring communities on a moderately-exposed tropical rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 178 (1): 79-95.
- ZAR, J. 2009. *Biostatistical analysis.* Prentice Hall, New Jersey, EEUU. 633 pp.

RECIBIDO: Noviembre 2015

ACEPTADO: Abril 2016