

Producción secundaria del mejillón verde *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia) de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela

Secondary production of green mussel *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia) from La Restinga lagoon, Margarita island, Venezuela

Eduardo Millán*¹, William Villalba², Roberta Crescini² & Merving Gómez¹

¹AGRODIRECTO, Maracaibo estado Zulia, Venezuela.

*Autor corresponsal, e-mail: emillanfermin@gmail.com

²Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, isla de Margarita Venezuela.

Resumen

El mejillón verde *Perna viridis* es una especie original del Indo-Pacífico, reportada para Venezuela en 1993: su dispersión hacia las costas nororientales del país se debió posiblemente a factores naturales como surgencia, corrientes, resistencia larval, y factores antropogénicos como el agua de lastre. Por ser una especie relativamente nueva, sometida a una extracción artesanal para ser comercializada sin políticas de administración y con el fin de aportar información sobre la misma, se estimó la producción secundaria en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela. Se encontró que esta especie para la zona comprende tallas entre 5,11 y 113,92 mm de longitud total. La concha es el compartimiento donde hay mayor producción de biomasa. La producción presentó diferencias significativas dentro de los compartimientos, siendo mayor para la gónada. El esfuerzo reproductivo fue creciente, observándose un mayor esfuerzo en edades avanzadas. La tasa de renovación tuvo un comportamiento decreciente, fluctuando en los primeros seis meses de vida ($P/B = 1,30 - 0,61$) y decayendo con el paso de los meses.

Palabras clave: moluscos, bivalvos, mitílidos, ecología, evaluación.

Abstract

The green mussel *Perna viridis* is an original species from Indo-Pacific reported for Venezuela in 1993: its dispersion towards the northeastern coast of the country was possibly due to natural factors such as upwelling currents, larval resistance and anthropogenic factors such as ballast water. As a relatively new species, subject to artisanal mining to be marketed without management policies and to provide information on the same, secondary production in the La Restinga lagoon, Margarita Island, Venezuela was estimated. It was found that this species in the area comprising sizes between 5.11 and 113.92 mm in total length. The shell is the compartment where higher biomass production. Production show significant differences within the compartments, being higher for the gonad. Reproductive effort was growing along with increased effort in old age. The renewal rate had a decreasing trend, fluctuating in the first six months of life ($P/B = 1.30$ to 0.61) and wane over the months.

Key words: mollusks, bivalves, mussels, ecology, evaluation.

Introducción

El grupo de los bivalvos, con el paso de los años, se ha vuelto importante en los ecosistemas marinos gracias a sus adaptaciones y su rol de constructor

de micro-hábitats (Tepetlan & Aranda, 2008). Estos son comercialmente valiosos, ya que son una fuente importante de proteína, minerales y

vitaminas esenciales de alto valor biológico para la población humana (Fonseca *et al.*, 2011). Las investigaciones sobre su ecología llevan a considerarlos en ecosistema como una serie de compartimientos interconectados, donde se puede medir la intensidad de transferencia de materia y energía de cada uno de los componentes de los diferentes compartimientos (Cognetti *et al.*, 2001). Estos procesos de transferencia involucran las interrelaciones de los organismos y determinan las posibles conexiones entre los niveles tróficos, además de aportar información sobre la estabilidad y el grado de eficiencia y producción del ecosistema (Pereira, 1982).

La mayoría de los organismos a lo largo de su crecimiento poseen una demanda energética aplicada en diferentes funciones fisiológicas que estos requieran para su ciclo de vida; esta demanda puede dividirse en producción bruta, producción neta y respiración, siendo la primera la cantidad total de energía asimilada por el organismo, la segunda como la energía almacenada en los tejidos del animal conocida como biomasa disponible para el crecimiento y la reproducción, los cuales son indicadores de crecimiento poblacional y la tercera la energía utilizada para cubrir las demandas metabólicas (Hickman *et al.*, 2006).

La generación de los tejidos en una especie permite conocer el papel que esta cumple en una comunidad: esto se debe a que indica cómo es transferida la energía dentro de una población, incluyendo aspectos como tasa de crecimiento y esfuerzo reproductivo, los cuales son indicativos de la adaptación de una especie al ambiente donde cumple su ciclo reproductivo (Prieto *et al.*, 1999). Por tales razones, el flujo de materia estimado en los diferentes tejidos de una especie es uno de los aspectos de mayor relevancia dentro de la historia de vida de cualquier organismo porque a través de este flujo se puede estimar cómo se distribuye la energía y el mantenimiento energético de un individuo según la edad (Malavé & Prieto, 2005).

El mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1758) es una especie originaria de las costas del Indo-Pacífico, observada en Trinidad durante 1990 en el Puerto de Punta Lisas, donde probablemente su traslado desde el Indo-Pacífico se realizó de forma accidental como lastre en barcos de gran calado, siendo reportada en el Golfo de Paria para el año 1993 (Penchaszadeh & Vélez, 1996) colonizando exitosamente las costas orientales de Venezuela, causando un gran impacto en las comunidades costeras del norte del estado Sucre (Lodeiros *et al.*, 1999). *P. viridis* es considerada

una especie con potencial para cultivo, particularmente el de fondo, donde alcanza tallas de 70 mm en 6 meses (Lodeiros & Freites, 2008). Para Venezuela, se conocen los trabajos de Ingrao *et al.* (2001) y Pérez *et al.* (2007) quienes evaluaron el establecimiento de la especie en las costas venezolanas por su carácter de exótico; Segnini *et al.* (1998) y Segnini (2003) determinaron la influencia de los factores ambientales sobre estos organismos así como Acosta & Lodeiros (2001) evaluaron el efecto del cobre sobre los juveniles de la especie; Urbano *et al.* (2005) y Vire (2009) estudiaron el crecimiento; Villafranca & Jiménez (2006) describieron las asociaciones entre la especie y otros grupos de organismos, García *et al.* (2005) y Malavé & Prieto (2005) evaluaron su producción; Acosta *et al.* (2006) determinaron el índice de condición y Acosta *et al.* (2009) estudiaron los efectos en cultivo suspendido.

En la actualidad la importancia de los moluscos ha traspasado el valor escénico que tenía en tiempos pasados, ya que además de su importancia vital de formar parte de la trama trófica de los ecosistemas, muchas especies están siendo utilizadas como recurso alimenticio y comercial, como indicadores de contaminación y de estrés funcional en ecosistemas costeros (Lodeiros *et al.*, 1999). Asimismo, el cultivo de mitílidos de importancia comercial se ha incrementado en Latinoamérica gracias a la promoción de la investigación de su biología (Arrollo & Marín, 1998). Sin embargo, son pocos los estudios realizados de biomasa específica, producción total y específica por compartimiento, tasa de renovación y esfuerzo reproductivo de este organismo, para contribuir a la información biológica del mismo y en particular en la Laguna de la Restinga, donde se halla asociada a raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), por lo que la presente investigación tuvo como finalidad evaluar la producción específica del mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1758) en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.

Materiales y métodos

Área de estudio y muestreo

La investigación se llevó a cabo dentro del Parque Nacional La Restinga, en la laguna que le da su nombre, en la isla de Margarita, Venezuela, la cual se ubica geográficamente en la región nororiental del país entre las coordenadas 10° 55' y

11° 03' norte y 64° 01' y 64° 12' oeste. Esta laguna posee forma triangular con una longitud máxima de 15 Km, una anchura máxima de 5 Km, un área de 26 Km² y un volumen de 14.505.000 m³ de agua. Su configuración es bastante compleja, ya que posee sub-lagunas, caños, canales y formaciones de mangles intercomunicados entre sí. Está separada del mar, por el norte, mediante una barrera arenosa de 23 km de longitud (Ramírez, 1996).

Se seleccionaron dos estaciones, El Mánamo y El Gato (Fig. 1), donde se realizaron

muestreos mensuales al azar de entre 30 a 50 ejemplares de mejillón verde, representativos de las tallas avistadas por medio de buceo libre en apnea. Además, se colectaron muestras de agua para determinar la salinidad en laboratorio, mientras que la temperatura y la profundidad se determinaron *in situ* por medio de una sonda multiparamétrica provista por la embarcación. Las muestras obtenidas fueron colectadas en bolsas plásticas previamente rotuladas y posteriormente procesadas en el laboratorio.

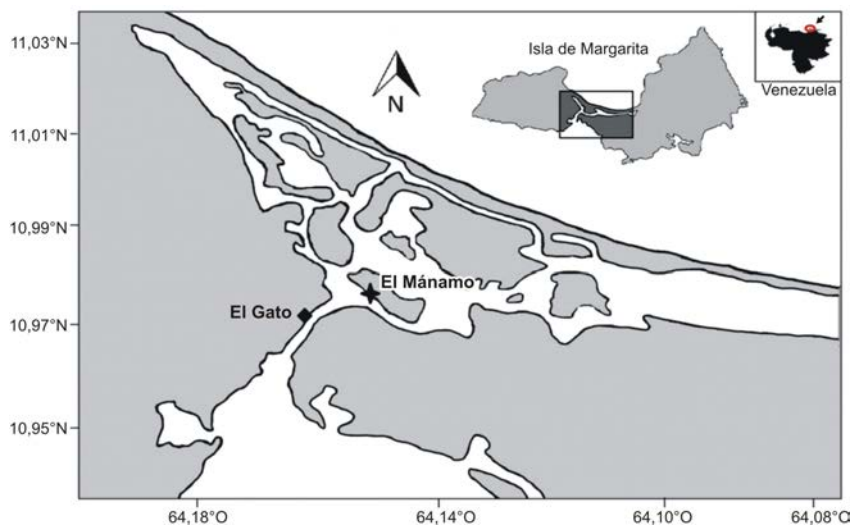


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela.

Figure 1. Location of the sampling stations at La Restinga lagoon, Margarita Island, Venezuela.

Trabajo de laboratorio

Cada uno de los organismos colectados mensualmente, durante 12 meses, fueron en primer lugar limpiados y posteriormente medidos (longitud total), utilizando un vernier digital de 0,01 mm de precisión. A cada ejemplar se le realizaron disecciones para separar los diversos compartimientos (soma, gónada, concha), que fueron pesados y posteriormente colocados en una estufa a 80° C hasta obtener un peso constante (72 horas). Pasado este tiempo, se pesaron nuevamente para determinar su peso seco con una balanza analítica de 0,0001 (g) precisión. El peso seco del compartimiento biso se obtuvo indirectamente, seleccionando 100 ejemplares representativos de las tallas colectadas, que presentaban el biso completo, ya que al extraerlos este tiende a romperse y perderse (Vire, 2009). Una vez separado, el biso se colocó en una estufa a 80°C por 72 horas hasta peso constante. El peso seco fue calculado de

forma indirecta a través de una ecuación de regresión entre la longitud de la concha (L_t) y el peso seco del biso, representada por la fórmula $P_t = a \cdot L_t^b$ (Ricker, 1975). La materia orgánica de la concha se estimó por incineración en una mufla Thermolyne a 450° C durante 4 horas (Jorgensen, 1976). Para esto se seleccionaron un grupo de 100 conchas representativas de todas las tallas colectadas, las cuales fueron colocadas en una estufa a 100° C durante 24 horas y posteriormente fueron pesadas, para luego ser colocadas en la mufla, determinándose la cantidad de materia orgánica presente en la concha por diferencias de pesos.

Análisis de datos

En primer lugar se establecieron relaciones entre el peso de cada uno de los componentes

(soma, gónada, materia orgánica de la concha y biso) en función de la longitud, para lo cual se utilizó una ecuación del tipo: $\text{Log}_{10}Y = \text{Log}_{10} a + b \text{Log}_{10} X$ donde, Y es el peso estimado, X la longitud de la concha y “a” y “b” parámetros a estimar de la regresión. Haciendo uso de las ecuaciones obtenidas y las longitudes estimadas a cada edad específica por medio de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy ($L_t = 132,21 * [1 - \exp^{-1,539*(t)}]$) estimada por Gómez (2014) se determinó la biomasa seca para cada clase de edad para los diferentes compartimientos.

Para estimar la producción total fue utilizada la ecuación de MacDonal & Bourne (1987): $P = P_s + P_g + P_c + P_b$ donde P es la producción total, P_s es la energía invertida en crecimiento de tejido somático, P_g la energía gastada en la producción de gametos, P_c la energía para la síntesis de materia orgánica de la concha y P_b es la energía de producción del biso. Para la determinación P_s , P_c y P_b fueron calculados los incrementos en peso del tejido somático y materia orgánica de la concha entre dos clase de edades sucesivas ($P(t+1) - P_t$). La producción de gametos (P_g) para cada clase de edad se estimó a partir de la pérdida de peso de la gónada pre-desovada en los períodos principales de desove utilizando ecuaciones de regresión longitud total - gónada pre-desovada, estandarizando el valor para cada edad (MacDonal & Bourne, 1987).

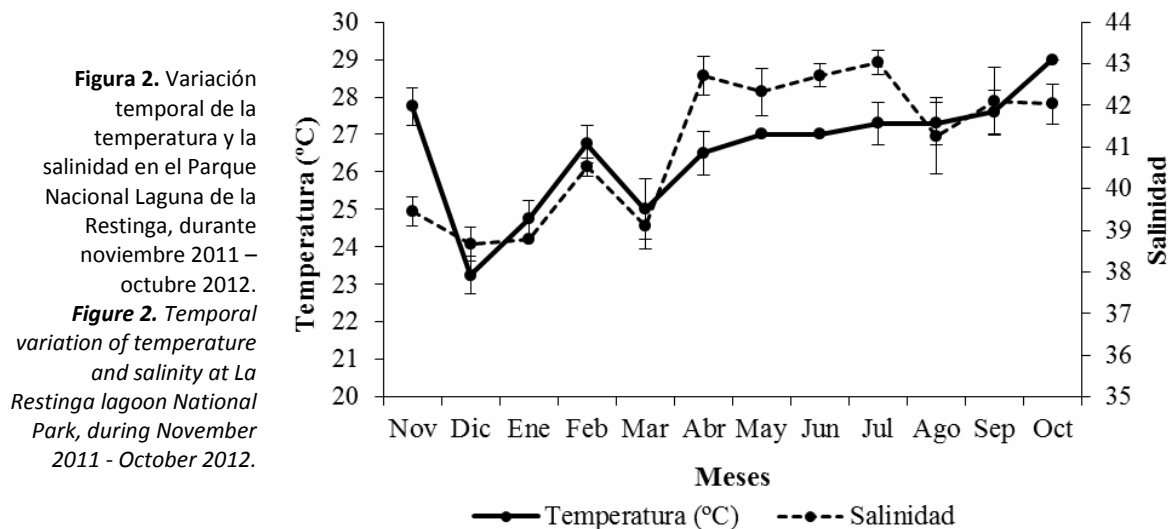
La tasa de renovación se determinó utilizando la ecuación de MacDonal & Bourne

(1987); donde la tasa de renovación es igual a: P/B $P =$ producción total y $B =$ biomasa total, mientras que el esfuerzo reproductivo se estimó por la ecuación de MacDonal & Bourne (1987); donde el esfuerzo reproductivo es igual a: $P_g/P_t * 100$ $P_g =$ producción gónada, $P_t =$ producción total.

Resultados

VARIABLES AMBIENTALES

Las temperaturas registradas durante los muestreos comprendidos en el periodo noviembre 2011 – octubre 2012 oscilaron entre 23 y 29 °C, pudiéndose observar las temperaturas más bajas para los meses diciembre, enero y febrero (23, 24 y 25°C respectivamente) y las temperaturas más altas para los meses septiembre y octubre (27 y 29 °C respectivamente), donde recalcan dos periodos: uno comprendido entre noviembre-febrero, seguido de un pequeño descenso en el mes de marzo donde comienza el segundo periodo con un ascenso leve pero constante de la temperatura que va desde unos 25°C hasta estabilizarse en los 27°C alcanzando su punto máximo de 29°C en el mes de octubre. El valor promedio durante el muestreo fue de 26,6 °C, las estaciones no presentaron diferencias significativas espacio temporales ($P > 0,05$) registrando un promedio de 26,9 °C para la estación del Manamo y 26,6 °C para la estación El Gato (Fig. 2).



Por otra parte los valores de salinidad oscilaron entre 38,6 y 43,1 con un promedio general de 41,1. El promedio de salinidad por estación fue similar siendo para la estación Manamo de 41 y para la estación El Gato de 41,1 encontrándose los menores valores en los meses de diciembre (38,6), enero (38,8) y marzo (39,1) mientras que los mayores valores fueron observados en los meses junio (42,7) y julio (43,1) indicando que existe una pequeña variación temporal mas no espacial (Fig. 2).

Producción secundaria

Durante el periodo de estudio se evaluó un total de 960 individuos de la especie *P. viridis* con

tallas entre 5,11 y 113,92 mm de longitud total, de los cuales se obtuvieron relaciones altamente significativas entre la longitud total (mm) y el peso seco (g) de los diferentes compartimientos. Esas ecuaciones permitieron estimar la biomasa seca por edad de gónada, soma y concha, además de la biomasa total, observándose un aumento de la misma en todos los compartimientos a medida que el organismo crecía, siendo mayor para la concha en comparación a los demás compartimientos. Se pudo observar que la biomasa total inicialmente fue baja y con el paso de la edad del organismo esta fue aumentando hasta llegar a un punto donde esta se mantiene (Fig. 3).

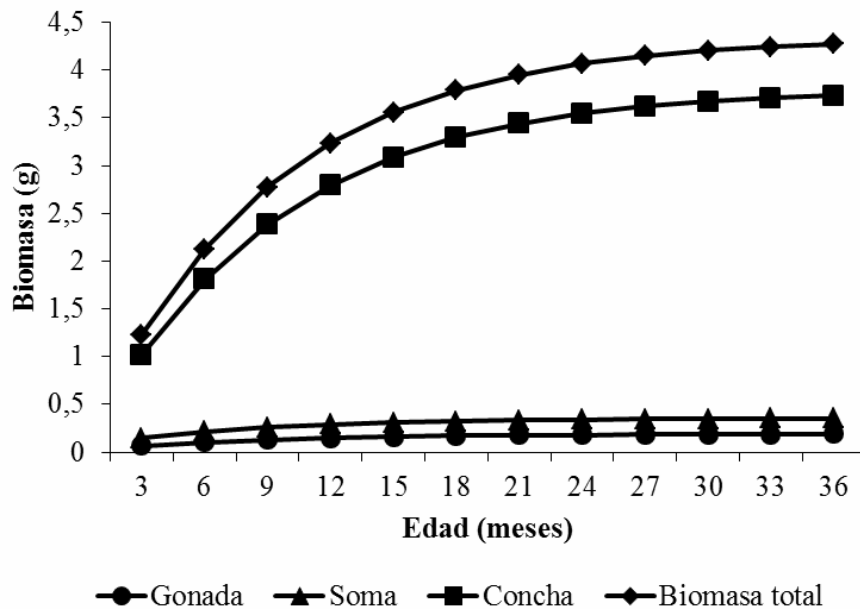


Figura 3. Variación de la biomasa seca de los diferentes compartimientos (gónada, soma y concha) y biomasa total a edad específica de *Perna viridis* en el Parque Nacional Laguna de la Restinga, durante noviembre 2011 – octubre 2012.

Figure 3. Variation of dry biomass of different compartments (gonad, soma and shell) and total biomass at specific age of *Perna viridis* from La Restinga lagoon National Park, during November 2011 - October 2012.

La producción por compartimientos para la especie presentó aumento progresivo en función a la edad. En las gónadas la producción de gametos aumentó con la edad sin incrementos significativos en edades avanzadas, llegando este valor a ser prácticamente constante. La concha fue otro compartimiento donde fue evidente la producción, con sus máximos valores durante los primeros 3 meses de edad y decayendo con el aumento de la edad.

Los demás compartimientos (Soma, Biso y Materia orgánica) presentan un comportamiento muy similar siendo mayor la producción durante los primeros años, con tendencias a disminuir con el aumento de la edad (Fig. 4). La producción total presentó incremento hasta los tres meses y medios de vida para luego comenzar su descenso de manera pausada a partir de los 12 meses de edad (Fig. 5).

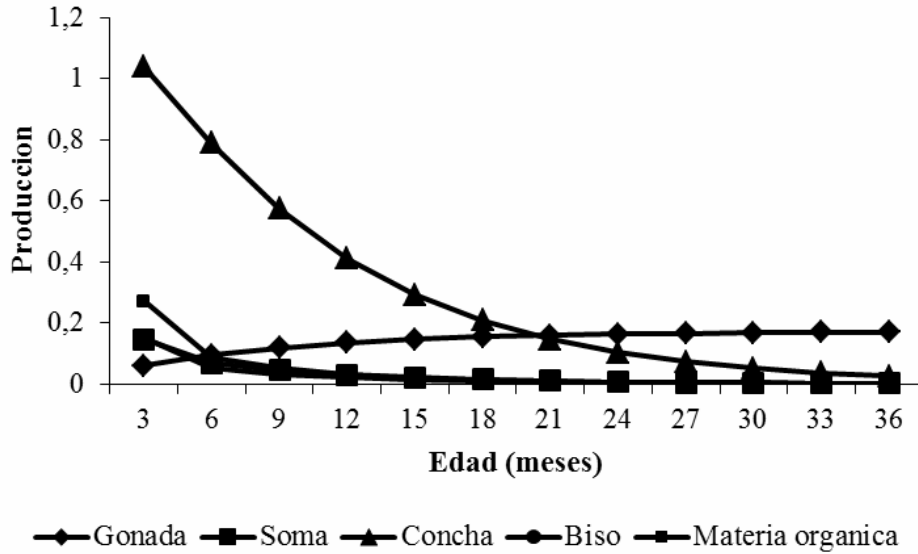


Figura 4. Producción por compartimento (soma, gónada, biso, materia orgánica de la concha) a edad específica de *Perna viridis* en el Parque Nacional Laguna de la Restinga, durante noviembre 2011 – octubre 2012.

Figure 4. Compartment production (soma, gonad, biso, organic matter of shell) at specific age of *Perna viridis* from La Restinga lagoon National Park, during November 2011 - October 2012.

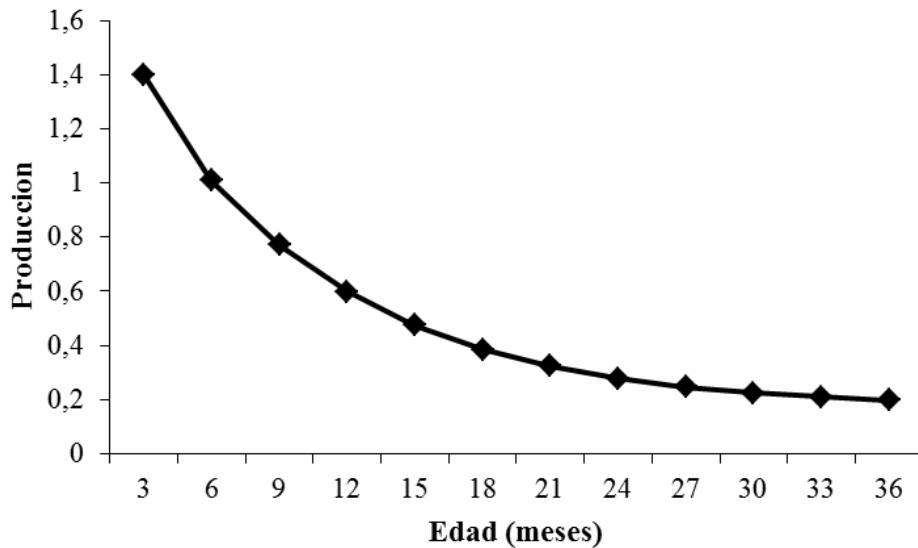


Figura 5. Producción total por edad específica de *Perna viridis* en el Parque Nacional Laguna de la Restinga, durante noviembre 2011 – octubre 2012.

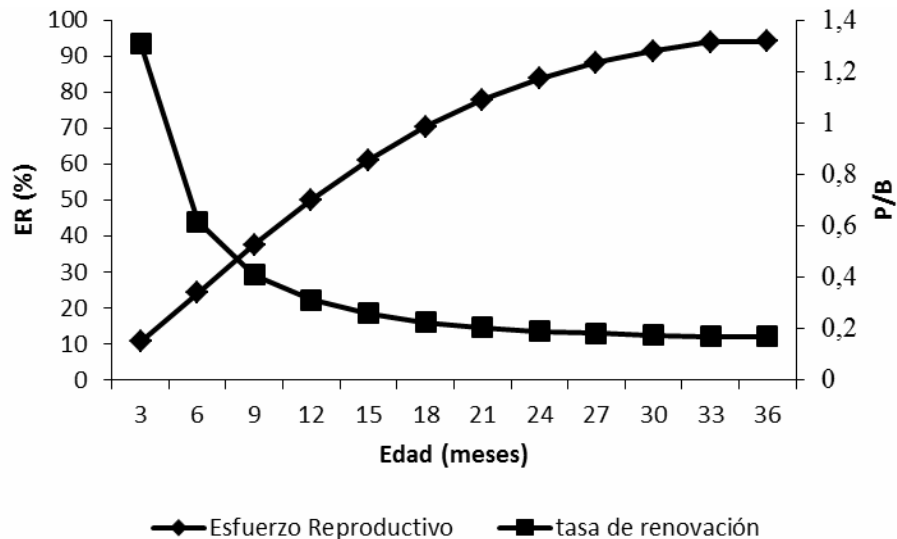
Figure 5. Total production at specific age of *Perna viridis* from La Restinga lagoon National Park, during November 2011 - October 2012.

Tasa de renovación y esfuerzo reproductivo

Se observó un comportamiento decreciente en la tasa de renovación fluctuando en los primeros seis meses de vida ($P/B= 1,13 - 0,47$) y decayendo con el paso de los meses hasta hacerse practicante

constante. Asimismo se encontró que el esfuerzo reproductivo fue creciente observándose un mayor esfuerzo en las edades avanzadas siendo caso contrario en edades tempranas (Fig. 6).

Figura 6. Tasa de renovación y Esfuerzo reproductivo a edad específica de *Perna viridis* en el Parque Nacional Laguna de la Restinga, durante noviembre 2011 – octubre 2012.
Figure 6. Renewal rate and reproductive effort of *Perna viridis* from La Restinga lagoon National Park, during November 2011 - October 2012.



Discusión

La temperatura, salinidad, precipitaciones, oxígeno disuelto, sedimentos, entre otros, tienen gran importancia desde el punto de vista biológico, puesto que influyen en el desarrollo de los organismos en el mar (Cognetti *et al.*, 2001). En zonas costeras se presentan cambios de temperatura más amplios y fluctuaciones de salinidad asociadas a evaporaciones o diluciones por agua dulce (Pereira, 2007), lo cual puede estar directamente relacionado con las especies de moluscos tanto en cultivo como en condiciones naturales, ya que dichos cambios pueden inducir desoves, además de verse reflejados en el crecimiento y la sobrevivencia (Villaruel *et al.*, 2004).

Las temperaturas registradas en este estudio fueron constantes y las diferencias tanto espaciales como temporales poco relevantes, coincidiendo con lo reportado por Buitriago *et al.* (2009), quienes señalan que la laguna mantiene un patrón estacional, donde los menores valores de temperatura se encuentran entre noviembre y diciembre,

mientras que los mayores valores están presentes entre los meses de julio y octubre. Buitriago *et al.* (2002) mencionan que los diferentes rangos de temperatura reportados en la laguna de La Restinga pueden ser por el balance de dos factores que están en continua interacción, como lo es la temperatura del ambiente y el recambio con el agua del exterior.

Los valores de salinidad registrados concuerdan con los reportados por Urbina (1991) Ramírez (1996) y Buitriago *et al.* (2002) para esta laguna, siendo ésta una variable que no muestra un patrón estacional tan estricto en comparación con la temperatura. Los elevados valores podrían atribuirse a la poca capacidad que tiene el sistema de realizar el intercambio de aguas con las zonas costeras y con la poca profundidad (Ocando, 1998), además del efecto de la evaporación (Leiva, 2007).

El uso de ecuaciones de conversión como la relación longitud – peso para determinar el peso de los individuos de una población conociendo su

longitud, es útil para reconocer el tipo y proporción de crecimiento de una determinada especie (Froese, 2006) y en bivalvos de importancia comercial estas relaciones son de especial interés. Para ello, es necesario tener en cuenta el empleo de ecuaciones elaboradas en la misma época del año y con individuos de la población que se va a evaluar ya que esta relación no se mantiene constante durante todo el año y varía de acuerdo al lugar (Aponte *et al.*, 2008) por lo que esta relación alométrica existente entre la longitud y el peso seco del animal, o entre la longitud y componentes del peso, como el soma y las gónadas, ha sido utilizadas en la estimación de parámetros fisiológicos y bioenergéticos en diversas especies de organismos.

En el presente estudio se obtuvieron relaciones altamente significativas entre la longitud total de *P. viridis* y el peso seco de los diferentes compartimientos, concordando con las observaciones obtenidas por Malavé & Prieto (2005) para esta misma especie en Guayacán, por García *et al.* (2005) en el Morro de Guarapo, estado Sucre y por Vire (2009) para La Pachara en la isla de Margarita.

Los resultados obtenidos demuestran una producción continua en los tejidos de *P. viridis* tanto somáticos como gonadales, así como de biso y concha, con una tendencia hacia el aumento acelerado de biomasa en los primeros meses de vida, para luego disminuir y hacerse casi constante. Este incremento acelerado de la biomasa en los primeros meses de vida está relacionado con las necesidades del organismo de crecer rápidamente para tener una protección eficaz contra los depredadores (Ochoa, 2011), lo cual coincide, ya que la mayor producción de biomasa se observó en la concha.

Acosta *et al.* (2006) reportaron un incremento acelerado en la biomasa gonadal y somática en los primeros años de vida de los mejillones *Perna perna* (Linné, 1758) y *P. viridis* en un cultivo suspendido en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco. De igual forma Casas (2011) reportó un incremento acelerado de la biomasa en los primeros años de vida de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833) de la Bahía de Charagato, isla de Cubagua, observando un crecimiento más acelerado del compartimiento biso debido a que este organismo necesita tener un mayor soporte para su fijación. Villalba (2012) menciona que el compartimiento biso es uno de los que presenta una mayor biomasa, quizás debido a que esta especie necesita de un biso más grande y más pesado para fijarse al sustrato mientras mayor

longitud y edad presente dicho organismo; pero cabe destacar que en dicho estudio los organismos recolectados eran del litoral rocoso, donde es fuerte la intensidad del oleaje y es constante el cambio de marea, mientras que los organismos de este estudio se encuentran fijados a raíces de mangle rojo (*R. mangle*) y no hay un oleaje tan intenso, esto podría explicar el comportamiento de la biomasa en el compartimiento concha.

Prieto & Saint-Aubyn (1998) sostienen que la generación de tejidos en una especie permite conocer el papel que esta cumple en una comunidad, puesto que indica cómo se transfiere la energía dentro de una población, incluyendo aspectos como la tasa de crecimiento y el esfuerzo reproductivo, los cuales son indicativos de la adaptación de una especie al ambiente donde vive, por tales razones, el flujo de materia estimado en los diferentes tejidos de un organismo es uno de los aspectos de mayor relevancia dentro de la historia de vida de cualquier animal, porque a través de este flujo se puede estimar cómo se distribuye la energía de un individuo según su edad. Por lo tanto, el flujo de energía, es uno de los aspectos más importantes dentro de la historia de vida de cualquier organismo, porque se refiere a la óptima distribución de los recursos entre el mantenimiento, crecimiento, excreción y puede cambiar con el tiempo y la edad (Bayne & Worrall, 1980), representando una respuesta global de las actividades fisiológicas del organismo.

Los valores estimados de esfuerzo reproductivo y tasa de renovación en este estudio son inversos, ya que mientras la tasa de renovación va decreciendo a través del tiempo, el esfuerzo reproductivo es mayor a medida que el organismo alcanza tallas mayores. Esto concuerda con los resultados informados por Malavé & Prieto (2005) para *P. perna* en la península de Araya y por Casas (2011) para *A. zebra* en La Bahía de Charagato, isla de Cubagua. Se puede decir que los organismos más viejos derivan una mayor cantidad de energía asimilada para el soporte del metabolismo que los organismos jóvenes, resultando menos energía para la producción en comparación con el tamaño del cuerpo (Malavé & Prieto, 2005). En otras especies como es el caso de *Patinopecten caurinas* (MacDonald & Bourne, 1987), *Modiolus squamosus* (Beauperthuy, 1967) (Prieto *et al.*, 2004) y *Pinctada imbricata* (Roding, 1798) (Villalba, 1995), se observó que ocurre un descenso de la tasa de renovación de éstas a medida que se incrementa la edad. Esto puede ser consecuencia de que los moluscos bivalvos de mayor edad destinan una mayor proporción de energía

para el mantenimiento de su metabolismo que la destinada por organismos más jóvenes para el mismo propósito, quedando más energía disponible para producción somática y de materia orgánica de la concha y biso (Villalba, 1995).

Por consiguiente los organismos jóvenes son más eficientes en la utilización de energía para el crecimiento y la tasa de renovación (P/B) disminuye con la edad, mientras que el esfuerzo reproductivo (ER), que es estimado como la energía metabólica asimilada desviada hacia la formación de gónadas aumentó hasta su máxima longevidad en *P* lo cual concuerda con su estrategia de gran producción de tejido gonádico, concordando con lo reportado por Ochoa (2011) donde este hace referencia a este tipo de estrategia en *Pteria colymbus* (Röding, 1798).

Conclusiones

Se observó una producción continua y rápida de biomasa en todos los compartimientos (soma, gónada, biso, materia orgánica de la concha) en los primeros años de vida para posteriormente hacerse más lenta. La producción total alcanzó su máximo valor en los primeros tres meses para luego disminuir de forma progresiva. El esfuerzo reproductivo aumenta con la edad del individuo, mientras que la tasa de renovación decrece.

Agradecimientos

Se agradece a los revisores anónimos por las sugerencias hechas al manuscrito original.

Referencias bibliográficas

- Acosta, V. & C. Lodeiros. 2001. Evaluación del efecto del cobre sobre juveniles del mejillón verde *Perna viridis* mediante la concentración de ADN y la relación ARN/ADN en el músculo abductor. *Revista Científica FCV-LUZ* 11(6): 485-490.
- 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.
- Aponte, A., A. Prieto & M. Lemus. 2008. Relación longitud – peso de la Pepitona *Arca zebra* procedente de la costa norte de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela* 47(1): 59-65.
- Arrollo, M. & B. Marín. 1998. Crecimiento de *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) en balsas flotantes. *Revista de Biología Tropical* 46(6): 21-26.
- Bayne, L. & M. Worrall. 1980. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. *Marine Ecology Progress Series* 3: 317-328.
- Buitrago, E., K. Lunar & P. Moreno. 2002. Cultivo piloto de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 154: 25-38.
- Buitrago, E., J. Buitrago, L. Freitas & C. Lodeiros. 2009. Identificación de factores que afectan al crecimiento y la supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) bajo condiciones de cultivo suspendido en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 27(1): 1-12.
- Casas, P. 2011. Biomasa seca por compartimiento, producción específica, tasa de renovación y esfuerzo reproductivo de la pepitona *Arca zebra* (swainson, 1833) en la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de licenciado en Biología Marina, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Cognetti, G., M. Sará & G. Magazzú. 2001. *Biología marina*. Editorial Ariel. Barcelona, España. 619 pp.
- Fonseca, C., C. Marín, F. Chavarria, R. Cruz & P. Toledo. 2011. Variación estacional de la composición proximal del mejillón *Tagelus peruvianus* (Bivalvia: Solecurtidae) del Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 59(4): 1517-1523.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22: 241-253.
- García, Y., A. Prieto, J. Marcano, C. Lodeiros & D. Arrieche. 2005. Producción secundaria del mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1758) en la Península de Araya, Venezuela.

- Revista Científica FCV-LUZ 15(3): 252-262.
- Gómez, M. 2014. Estructura de tallas, crecimiento, mortalidad y rendimiento de la carne del mejillón verde *Perna viridis* (Linne, 1758) de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela. Tesis de licenciado en Biología Marina, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Hickman, C., L. Roberts, A. Larson, H. I'Anson & D. Eisenhour. 2006. Principios integrales de zoología. Edición Española. 13a edición. España. 381 pp.
- Ingrao, D., P. Mikkelsen & D. Hicks. 2001. Another introduced marine mollusk in the Gulf of Mexico: the Indo-Pacific green mussel, *Perna viridis* in Tampa Bay, Florida. *Journal of Shellfish Research* 20(1): 13-19.
- Jorgensen, C. 1976. Growth efficiencies and factors controlling size in some mytilid bivalves, specially *Mytilus edulis* L. review and interpretation. *Ophelia* 15(2): 175-192.
- Leiva, R. 2007. Distribución, densidad y biomasa de *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii* en la laguna La Restinga, isla de Margarita, Venezuela. Tesis de licenciado en Biología Marina, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Lodeiros, C. & L. Freitas. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. En Lovatelli, A., A. Farías & I. Uriarte I (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. FAO Actas de pesca y acuicultura. No. 12. Roma, Italia. pp. 135-150.
- Lodeiros, C., B. Marín & A. Prieto. 1999. Catálogo de moluscos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Edición APUDONS. Cumana, Venezuela. 109 pp.
- MacDonald, B. & N. Bourne. 1987. Growth, reproductive output and energy partitioning in weathervane scallops *Patinopecten caurinus*, from British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 44: 152-160.
- Malavé, C. & A. Prieto. 2005. Producción de biomasa en el mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1758) en una localidad de la Península de Araya, Venezuela. *Interciencia* 30(11): 699-705.
- Ocando, L. 1998. Distribución y origen de n-alcanos en agua y sedimentos, elementos nutritivos y clorofila a en aguas de la Laguna de La Restinga periodo Noviembre 1993- Mayo 1995, Isla de Margarita Venezuela. Trabajo de ascenso, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela.
- Ochoa, J. 2011. Evaluación de índice gonadosomático, índice de condición, biomasa seca por compartimientos, producción específica y total, tasa de renovación y esfuerzo reproductivo de la ostra alada *Pteria colymbus* (Röding, 1798) en la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de licenciado en Biología Marina, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Penchaszadeh, P. & A. Vélez. 1996. Presencia del mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1758), originario de la región del Indo-Pacífico, en el Oriente Venezolano. *Revista Argentina de Ciencias Naturales* 5(2): 3-8.
- Pereira, R. 1982. Producción, crecimiento y distribución del mejillón de fondo *Modiolus squamosus* (Beauperthuy, 1967). Tesis de licenciado en Biología, Escuela de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Pereira, Y. 2007. Caracterización hidrográfica de la bahía de Boca del Río durante el período de marea alta (septiembre – noviembre 2006) y marea baja (marzo – mayo 2007). Tesis de licenciado en Biología Marina, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela.
- Pérez, J., C. Alfonsi, S. Salazar, O. Macsotay, J. Barrios & R. Martínez. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46(1): 79-96.
- Prieto, A. & M. Saint-Aubyn. 1998. Crecimiento del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1833) en Chacopata, estado Sucre. *Saber* 10: 14-19.
- Prieto, A., M. Vásquez & L. Ruiz. 1999. Dinámica energética en una población del mejillón *Perna perna* (Filibranchia: Mytilidae) en el noroeste del Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 47: 399-410.
- Prieto, A., L. Ruiz & H. Hernández. 2004. Dinámica energética del crecimiento en una población del mejillón *Modiolus squamosus* en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Interciencia* 29: 74-79.

- Ramírez, P. 1996. Lagunas Costeras Venezolanas. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Centro Regional de Investigaciones Ambientales Benavente y Martínez C. A. Porlamar, Venezuela. 275 pp.
- Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Bulletin of Fisheries Research of Board of Canada 191: 382 pp.
- Segnini, M. 2003. Influence of salinity on the physiological condition in mussels, *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae). Revista de Biología Tropical 51(4): 153-158.
- Segnini, M., K. Chung & J. Pérez. 1998. Salinity and temperature tolerances of green mussel *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae). Revista de Biología Tropical 46(5): 121-125.
- Tepetlan, S. & D. Aranda. 2008. Macrofauna bentónica asociada a bancos ostrícolas en las lagunas costeras Carmen, Machona y Mechoacán, Tabasco, México. Revista de Biología Tropical 56(1): 127-137.
- Urbano, T., C. Lodeiros, M. de Donato, V. Acosta, D. Arrieche, M. Nuñez & J. Himmelman. 2005. Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna*, *Perna viridis* y de un morfotipo indefinido bajo cultivo suspendido. Ciencias Marinas 31(3): 517-528.
- Urbina, C. 1991. Algunos aspectos que contribuyan con la clasificación de las aguas de la laguna de la Restinga, isla de Margarita, Venezuela. Tesis de licenciado en Acuicultura, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Villafranca, S. & M. Jiménez. 2006. Comunidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia) y sus relaciones tróficas en la costa norte de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. Revista de Biología Tropical 54(3): 135-144.
- Villalba, W. 1995. Biomasa de los compartimientos específicos de la producción secundaria de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Roding, 1798) (Mollusca: Bivalvia) de la localidad de el Guamache, estado Sucre, Venezuela. Tesis de licenciado en Biología, Escuela de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Villalba, W. 2012. Aspectos de la biología reproductiva y producción específica y total por compartimientos del mejillón verde *Perna viridis* (Linne, 1758) en la localidad de la Guardia, isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de ascenso, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Villarroel, E., E. Buitrago & C. Lodeiros. 2004. Identification of environmental factors affecting growth and survival of the tropical oyster *Crassostrea rhizophorae* in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Revista Científica 14(1): 28-35.
- Vire, E. 2009. Estimación del crecimiento, biomasa seca por compartimiento e índice gonadosomático del mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1758) de la localidad de La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. Tesis de licenciado en Biología Marina, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.

Recibido: 23 de julio de 2015.

Aceptado: 26 de septiembre de 2015.