

Crecimiento del mejillón verde *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo sistema de cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela

Vanessa Acosta^{1*}, Marbelis Montes¹, Roraysi Cortez², Miguel Guevara² & César Lodeiros³

1. Departamento de Biología. Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná, 6101. Venezuela; vanessaacosta@yahoo.com, marbelismontes82@gmail.com
 2. Departamento de Biología Pesquera. Laboratorio de microalgas. Instituto Oceanográfico de Venezuela; roraysi@yahoo.com, miguevara2003@yahoo.es
 3. Departamento de Biología Pesquera. Laboratorio de Cultivos acuáticos. Instituto Oceanográfico de Venezuela; cesarlodeirossejio@yahoo.es
- * Correspondencia

Recibido 21-IX-2011. Corregido 03-V-2012. Aceptado 01-VI-2012.

Abstract: Growth and survival of the green mussel *P. viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in bottom culture conditions in Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. Mussels represent one of the most important mollusk species for culture activities around the world, and their growth may depend on the culture system used and locality. In this study, we evaluated the growth of *Perna viridis* in bottom culture to test its performance when using natural food, and to decide its use as a culture species in the Gulf of Cariaco. For this, mussel seeds (35.81 ± 1.41 mm in length) were obtained in the locality of Guaca (North coast of Sucre state) and transferred to the Hydrobiological Station of Turpialito, Gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela, where they were planted in "Spanish baskets" to evaluate their growth between July 2007 and February 2008. Monthly survival was determined and the maximum shell length, dry mass of muscle and remains tissues of the gonad. The environmental parameters (water temperature, salinity, dissolved oxygen, chlorophyll *a*, total seston and organic fraction), in the cultivation area were determined every 15 days. Monthly measurements were made of proteins, lipids and carbohydrates to seston. During the entire study the mussels showed continued growth, ultimately reaching a maximum length of 78.7 ± 4.43 mm. However, the growth rate of the dry mass of somatic (muscle, other tissue) and reproductive tissues showed variability throughout the study, and observed a significant increase by the end of the experiment. The observed variations in the growth rate of the reproductive tissue mass depended on the reserves accumulated and food offered by the environment. The organic seston throughout the experience showed an independence of temperature and chlorophyll *a* values; this one maintained values above 1 mg/L, thus forming the main food resource for mussels. The high content of proteins, lipids and carbohydrates observed in the seston at the end of the study, might be mainly associated with coastal upwelling, which provides a great food contribution of phytoplankton and organic type. The high survival rate (>80%), increase in the length of the shell and the high gonad production, suggests an excellent physiological condition of *P. viridis*, related to the availability and quality of food particularly the organic type present in the medium. We concluded that the bottom culture can provide an alternative aquaculture production in the Gulf of Cariaco. Rev. Biol. Trop. 60 (4): 1749-1762. Epub 2012 December 01.

Key words: *Perna viridis*, growth, survival, bottom culture.

Los moluscos representan uno de los grupos más importantes desde el punto de vista económico en la acuicultura marina, 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; estos han ayudado a suplir la demanda y necesidades alimenticias de una gran parte de la población mundial, destacándose dentro de este grupo los mejillones

(Mytiloideos) por presentar una serie de características, tales como poseer altas tasas de filtración, rápido crecimiento y elevada fecundidad (Hicks & Tunell 1993, Pillay 1997).

Perna viridis es un mejillón nativo 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. Constituye una especie importante para la acuicultura en esos países debido a que posee una serie de características ecológicas como elevadas tasas de crecimiento, cortos periodos reproductivos, sus larvas presentan una amplia capacidad de dispersión, además, se ajusta rápidamente a las variaciones de temperatura, salinidad y alimento, lo que le permite colonizar diferentes ambientes marinos y estuarinos (Hicks & Tunell 1993, Morton 1997, Pillay 1997). *P. viridis* es un mejillón grande, con una talla adulta promedio que en la India y áreas adyacentes oscila entre 80 y 165mm de largo y ocasionalmente puede alcanzar hasta los 300mm (Ragopal *et al.* 1998). Lo antes señalado ha permitido, que en el sureste de Asia sea una de las cinco especies de mejillones más cultivada, con bajos costos de producción y alta rentabilidad (Chalermwat & Lutz 1989).

En el cultivo comercial de bivalvos se han desarrollado, una variedad de técnicas, siendo las más comerciales, las que consisten principalmente en cultivar los animales en una línea larga o "long line", en balsas, jaulas o corrales (Ventilla 1982, MacDonald 1986, Hardy 1991). Aunque el cultivo suspendido genera altos costos de producción, es el más utilizado, principalmente porque disminuye la depredación, la mortalidad y aumenta el acceso a las fuentes de alimento que se encuentran en la columna de agua (Mendoza 1999). No obstante, en Japón (Imai 1977, Ito 1991) y Nueva Zelanda (Bull 1991), el cultivo de fondo ha sido más rentable, a pesar de las pérdidas por depredación y la dispersión de los animales. El éxito obtenido en estos cultivos ha creado grandes expectativas económicas en el Indo-Pacífico, Europa y América (Cameron 1983, Cropp 1984, Illanes 1986, Ysla *et al.* 1988), para varias especies

de bivalvos (*Argopecten purpuratus*) y la ostra (*Crassostrea gigas*).

Los estudios realizados en el golfo de Cariaco empleando diferentes métodos de cultivo ("long line" y fondo), en especies de moluscos bivalvos con potencial de cultivo, reportándose diferentes resultados, según la especie analizada, *Euvola (Pecten) ziczac*, (Vélez *et al.* 1995, González 1995, Freites *et al.* 1996, Hunault *et al.* 2005), *Nodipecten nodosus* (Freites *et al.* 2003), y a la ostra perlera *Pinctada imbricata* (Lodeiros *et al.* 2002), encontrándose que de las especies analizadas, *E. ziczac*, fue la que se adaptó mejor al cultivo de fondo, mostrando un mejor crecimiento y supervivencia, debido a que forma parte de la infauna.

En un estudio preliminar (Acosta *et al.* 2009) evaluaron la influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento de *P. perna* y *P. viridis* bajo condiciones de cultivo suspendido en la ensenada de Turpialito, encontrando que la producción de tejidos de *P. viridis* fue muy baja y con lento crecimiento, sugiriéndose al alimento el factor determinante en dichos resultados. En este sentido, los autores recomendaron desarrollar estudios sobre el cultivo de fondo como una alternativa para esta especie en el golfo de Cariaco, con el objeto de verificar la hipótesis antes señalada con respecto al alimento. Considerando este antecedente, en este estudio se evaluó el crecimiento del mejillón *P. viridis* en cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, estimando la calidad del alimento y la influencia de los factores ambientales (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, seston total y orgánico, y clorofila *a*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de *P. viridis* fueron obtenidos mediante extracción manual de los bancos naturales existentes en la localidad de Guaca, ubicada en la costa norte del estado Sucre (10°40'10.3" N - 63°24'11.46" W). Posteriormente se trasladaron en contenedores isotérmicos hasta la zona del cultivo experimental, situada en la zona costera aledaña a la

Estación Hidrobiológica de Turpialito, ubicada a 10°26'5" N - 64°02'56" W en la costa sur del golfo de Cariaco.

El bioensayo fue desarrollado dentro de la ensenada de Turpialito, caracterizada por presentar un fondo fangoso, parches de *Thalassia testudinum* y una línea de costa bordeada de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). El estudio se realizó durante un período de 8 meses (julio 2007 a febrero 2008), utilizando 750 ejemplares de tallas homogéneas (35.81 ± 1.41 mm de longitud), de tal manera que no existiera diferencias significativas entre las réplicas experimentales utilizadas (ANOVA I, $p < 0.05$). Cada una de las 24 réplicas consistió en 30 mejillones contenidos en cestas españolas (40x8cm de diámetro), con la finalidad que dichos organismos abarcaran tan sólo un 1/3 de la superficie. Para llevar a cabo la experiencia, las cestas fueron fijadas al sustrato con barras metálicas de ½ pulgada (Fig. 1) y colocadas a una profundidad de cinco metros aproximadamente.

De un total de 750 mejillones disponibles, 25 individuos fueron seleccionados al azar para los análisis merísticos correspondientes. Se definió un diseño experimental consistente en 24 grupos de mejillones, cada uno con 30 individuos de longitud homogénea (35.81 ± 1.41 mm), a fin de asegurar normalidad

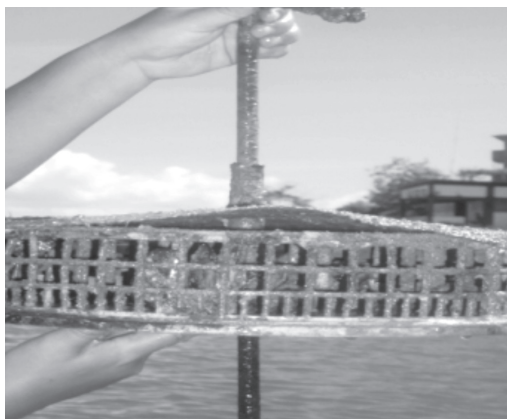


Fig. 1. Cestas "españolas" en las que se sembraron los mejillones, mostrando barra metálica con la cual se fijó al fondo.

Fig. 1. Baskets "spanish" in which the mussels were planted, showing metal bar which was fixed at the bottom.

y homogeneidad entre grupos durante el análisis estadístico. Los organismos experimentales fueron cultivados en cestas circulares de cultivo "tipo español", de 40cm de diámetro por 8cm de altura, estableciendo una densidad inicial equivalente a la ocupación del 33.33% del área disponible. Para llevar a cabo la experiencia, las cestas fueron fijadas al fondo marino con barras metálicas de ½ pulgada y colocadas a una profundidad de cinco metros aproximadamente. Al inicio del experimento se eligieron al azar 30 individuos de la población ($n=750$), a los cuales se les determinaron los análisis de crecimiento correspondientes.

Para estimar el crecimiento, mensualmente se retiraron de la zona de cultivo cada grupo experimental, a los cuales se les determinó la longitud de la concha en su axis dorso-ventral, utilizando un vernier digital, Mitutoyo (± 0.01 m de precisión). Posteriormente, se procedió a separar los tejidos (músculo, gónada y resto de tejidos) y del *fouling*, para obtener su masa seca, así como de la concha, mediante deshidratación a 60°C/48hr. La supervivencia se estimó mediante el recuento mensual de los ejemplares vivos en cada grupo experimental.

A fin de determinar la variación de los factores ambientales, se tomaron muestras quincenales de agua a unos 20-30cm del fondo donde se encontraban ubicadas las cestas, con una botella Niskin. Dichas muestras se tomaron manualmente, mediante buceo libre, teniendo el mayor cuidado de no interferir con el medio. De las muestras de agua obtenidas, se obtuvieron alícuotas (1 000mL), que fueron filtradas en una malla de 153 μ m de poro con el fin de eliminar el macroplankton. Dichas muestras de agua fueron empleadas para estimar los niveles de oxígeno disuelto mediante el método de Winkler, la salinidad con un refractómetro de IUPS de apreciación, la biomasa fitoplanctónica mediante la concentración de clorofila *a* y del seston (total y orgánico). Estos últimos análisis, se realizaron reteniendo las partículas en filtros Whatman GF/F (0.7 μ m de diámetro de poro), utilizando un equipo de filtración al vacío Millipore. Para la clorofila *a* se empleó el método espectrofotométrico, mientras que

la determinación del seston (total, orgánico e inorgánico) se realizó mediante técnicas gravimétricas descritas en Strickland & Parsons (1972). Estos filtros con las submuestras concentradas fueron pesados para obtener el seston total y colocadas en la mufla, marca Thermolyne a 700°C por 24hr y se pesaron nuevamente para determinar la cantidad de seston inorgánico; el seston orgánico se obtuvo por diferencia de pesos del seston total con el inorgánico. En la zona de cultivo fue colocado un termógrafo electrónico (Minilog-Vemco, Canadá) para registrar la temperatura a intervalos de 30min.

Cuantificación de los componentes bioquímicos de las muestras de seston: Las proteínas totales se determinaron según el método de Lowry (Lowry *et al.* 1951) modificado por Herbert *et al.* (1971). La cuantificación de los carbohidratos totales se realizó según el método descrito por Dubois *et al.* (1956). Para la determinación de los lípidos totales se realizó un ensayo cuantitativo basado en la carbonización (Marsh & Weinstein 1966), mientras que la extracción se realizó con la metodología descrita por Bligh & Dyer (1959). Es importante destacar que los análisis de las proteínas, lípidos y carbohidratos se realizaron por triplicado de manera mensual (7 meses de análisis). El contenido de dichos sustratos se expresó en µg/L.

La variación mensual de la composición bioquímica porcentual del seston (proteínas, carbohidratos y lípidos), en relación al seston orgánico se obtuvo de la suma de proteínas, carbohidratos, y lípidos dividiendo entre el seston orgánico por cada mes y se expresaron en porcentajes.

Con la finalidad de determinar si existían diferencias mensuales en la talla (mm), masa seca de la concha y los tejidos (músculo, gónadas y resto de tejido), las variaciones del *fouling* y los factores ambientales, se aplicó un ANOVA I, tomando como factor los meses. Las variables que mostraron diferencias significativas, se les aplicó una prueba *a posteriori* de Duncan. Previo a estos análisis se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad

de las varianzas, según lo establecido por Zar (1984). Se aplicó un análisis de correlación para terminar si existe asociación entre los factores ambientales, sustratos energéticos de seston (proteínas, lípidos y carbohidratos) y tasas de crecimiento.

RESULTADOS

Crecimiento de la concha: El crecimiento de la concha en *Perna viridis* bajo condiciones de cultivo de fondo, mostró aumentos significativos ($p < 0.05$), alcanzando al final del estudio una talla de 78.92 ± 2.432 mm (Fig. 2a). Con respecto a la masa seca de la concha, se obtuvieron resultados similares, incrementos progresivos y significativos de esta variable a lo largo del período experimental, alcanzando al final valores de 9.47 ± 1.38 g (Fig. 2b).

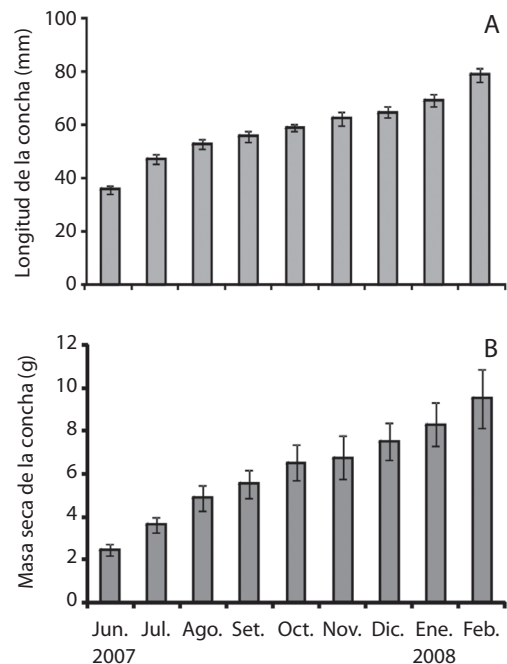


Fig. 2. Variación mensual de la longitud de concha (A) y masa seca de la concha (g) (B) del mejillón verde *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 2. Monthly variation in shell length (A) and dry mass of the shell (B) of the green mussel *P. viridis* cultivated in bottom culture in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

Crecimiento del tejido somático: Los tejidos somáticos conformados por el músculo (Fig. 3a) y el resto del tejido (Fig. 3b), mostraron una tendencia de crecimiento similar, manifestándose diferencias no significativas ($p>0.05$) durante los cuatro primeros meses (junio-septiembre de 2007). Posteriormente, se produjeron una serie de fluctuaciones que se mantuvieron hasta febrero de 2008. Dichas variaciones pudieron estar relacionadas con los procesos reproductivos (maduración y desove) del mejillón. Al final del estudio, se registró un incremento significativo ($F=30.42$, $p<0.05$), tanto en el músculo como en el resto de los

tejidos ($F=19.30$, $p<0.05$), con respecto a los otros meses.

Crecimiento del tejido gonádico: En el primer mes del experimento, *P. viridis*, mostró un crecimiento significativo ($F=15.11$, $p<0.05$) alcanzando masas de unos 0.04g, las cuales se mantuvieron en el subsiguiente mes, para luego disminuir significativamente entre agosto y septiembre de 2007 (Fig. 3c), sugiriendo el primer desove de la población experimental. A partir de octubre y hasta el final del estudio, la masa de gónada mostró variaciones significativas ($F=15.11$, $p<0.05$), con aumentos y descensos, alcanzando sus máximos períodos de madurez en diciembre 2007 (0.095 ± 0.006 g) y febrero de 2008 (0.08 ± 0.008 g). Este comportamiento de la gónada sugiere que *Perna viridis* mostró una actividad reproductiva continua, con máximos períodos de madurez, desoves y rápida recuperación gonadal.

Supervivencia: La supervivencia de *P. viridis* en condiciones de cultivo de fondo presentó disminuciones progresivas durante el período experimental aunque no significativas ($p>0.05$), manteniéndose la misma por encima del 70% (Fig. 4), sugiriendo una baja mortalidad mensual durante el período experimental (15%).

Parámetros ambientales: Durante el período experimental la temperatura osciló entre 22°C y 32°C. Valores superiores a los 30°C fueron alcanzados durante el mes de septiembre de 2007, para luego descender progresivamente hasta alcanzar los 23°C entre diciembre de 2007 y febrero de 2008 (Fig. 5a). La biomasa fitoplanctónica, estimada por clorofila *a*, mostró un patrón de variación inverso al de la temperatura (Fig. 5b). Entre julio y hasta mediados de noviembre de 2007, los valores estuvieron por debajo de 1µg/L, cuando la temperatura fue más altas (26-32.5°C); a partir de diciembre de 2007 y hasta febrero de 2008 los valores de clorofila *a* incrementaron significativamente ($F=40.89$, $p<0.05$), alcanzando los 2µg/L, con valores bajos de

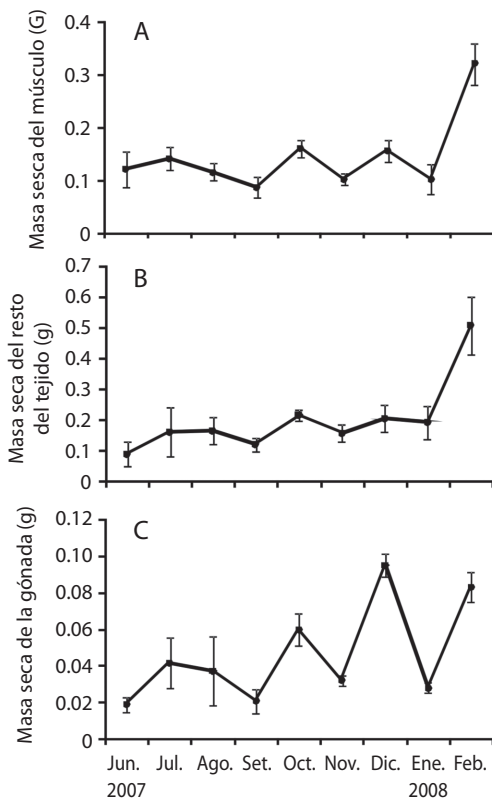


Fig. 3. Masa seca del músculo (A), resto de tejido somático (B) y gónadas (C) del mejillón verde *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 3. Dry mass of muscle (A), somatic tissues (B) and gonads (C) of the green mussel *P. viridis* cultivated in bottom culture in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

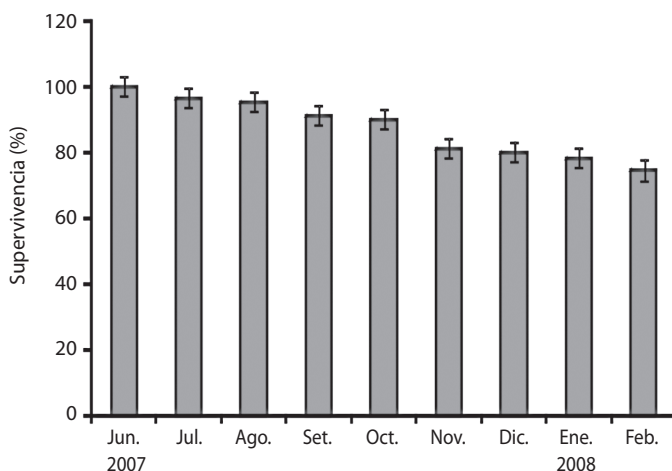


Fig. 4. Supervivencia del mejillón verde *P. viridis* cultivado en la ensenada de Turpialito golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 4. Survival of the green mussel *P. viridis* cultivated in bottom culture in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

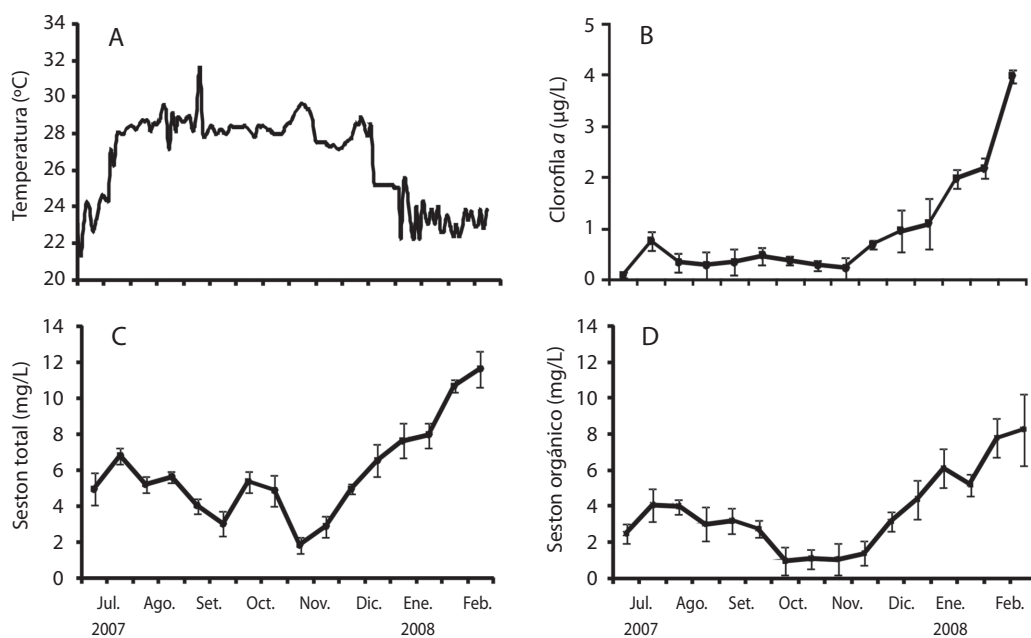


Fig. 5. Variación mensual de la temperatura (A), biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila *a* (B), seston total (C) y orgánico (D) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 5. Monthly variation of temperature (A), phytoplankton biomass estimated by chlorophyll *a* (B), total seston (C) and organic seston (D) in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

temperatura (22-23°C). El seston total mostró un comportamiento similar a la clorofila *a* (Fig. 5c), con valores superiores a 4mg/L entre julio y octubre 2007, para descender en noviembre (2mg/L), luego en diciembre de 2007, incrementó significativamente ($F=17.05$, $p<0.05$). Este incremento se mantuvo hasta el final de la experiencia ($>6\text{mg/L}$). El seston orgánico (Fig. 5d), presentó un comportamiento igual a la biomasa fitoplanctónica a lo largo del estudio, observándose los valores altos en los últimos meses. En enero y febrero de 2008 (6.09mg/L y 8.24mg/L), se observó un incremento significativo ($F=11.99$, $p<0.05$), mientras que los valores menores se presentaron entre julio y noviembre 2007 (2.45 a 4.37mg/L).

La concentración de oxígeno disuelto del agua (Fig. 6a), no presentó grandes fluctuaciones, por lo general se mantuvo en valores superiores a los 4mg/L, a excepción de los meses de septiembre, octubre y noviembre 2007, en

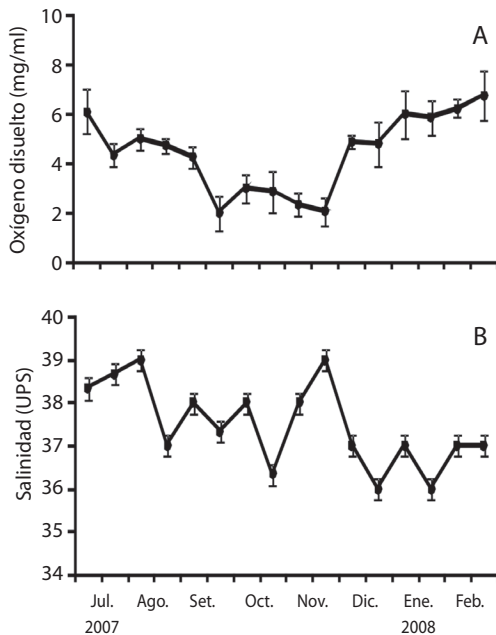


Fig. 6. Concentración de oxígeno disuelto (A) y salinidad (B) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 6. Concentration of dissolved oxygen (A) and salinity (B) in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

donde ocurrió una leve caída en su concentración. Los mayores valores fueron observados en los meses de julio de 2007, enero y febrero de 2008, incrementándose significativamente ($F=6.38$, $p<0.05$) y alcanzando valores mayores de 6mg/L. La salinidad no mostró variaciones significativas ($F=1.74$, $p>0.05$) entre meses (4UPS), manteniéndose entre 36 y 39UPS (Fig. 6b).

Fouling: Durante el primer mes del experimento no se observó la existencia de organismos incrustantes en las conchas (Fig. 7). Sin embargo, a partir del mes de agosto se produjo un incremento significativo ($F=3.90$, $p<0.05$) de la masa seca de estos organismos sobre la concha de *P. viridis*, condición que se mantuvo hasta mediados del mes de octubre de 2007 con una posterior caída ($0.25\pm 0.05\text{g}$), seguido de un incremento de la masa seca de estos organismos hasta el mes de febrero de 2008 ($0.62\pm 0.04\text{g}$).

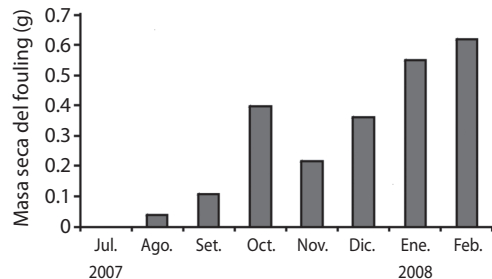


Fig. 7. Variación mensual de la masa seca de los organismos del fouling en la concha de *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 7. Monthly variation of the dry mass of fouling organisms on the shell of *P. viridis* cultivated in bottom culture in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

Composición bioquímica de las muestras de seston: El contenido de proteínas del seston mostró una disminución progresiva, partiendo de un valor inicial de $978\mu\text{g/L}$ en el mes de agosto de 2007 hasta descender a $480\mu\text{g/L}$ en el mes de noviembre de 2007 (Fig. 8a); luego se observó un incremento significativo ($F=2.22$,

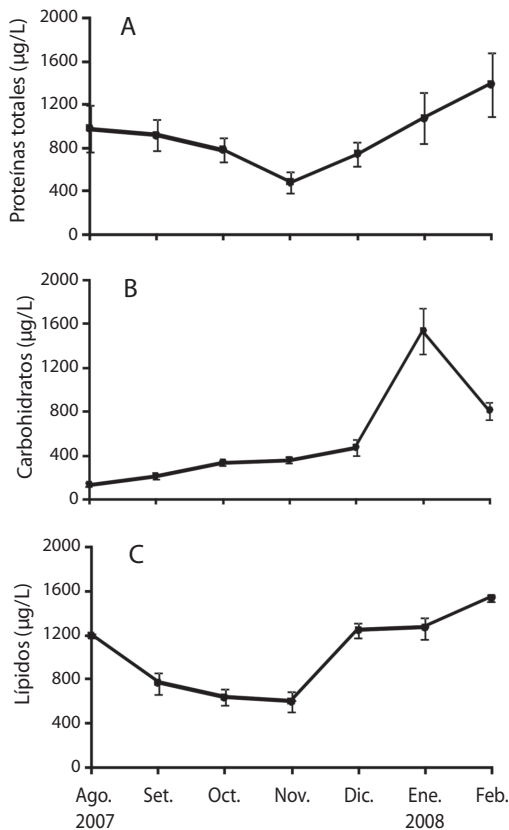


Fig. 8. Variación mensual de la composición bioquímica del seston: proteínas (A) carbohidratos (B) y lípidos (C) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Fig. 8. Monthly variation of the biochemical composition of seston: protein (A) carbohydrate (B) and lipid (C) in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela.

$p < 0.05$), que se mantuvo hasta el final del experimento ($1.387 \mu\text{g/L}$).

Los carbohidratos totales mostraron durante los cuatro primeros meses (agosto, septiembre, octubre y noviembre 2007); el contenido de carbohidratos no mostró cambios significativos ($p > 0.05$), partiendo de un valor inicial de $129 \mu\text{g/L}$, para luego en el mes de enero de 2008 presentar un incremento significativo ($F = 8.79$, $p < 0.05$), alcanzando así su máximo registro ($1.532 \mu\text{g/L}$). Posteriormente se produjo una brusca disminución al final del experimento de $804 \mu\text{g/L}$ (Fig. 8b).

El contenido de lípidos en el seston mostró un comportamiento similar al contenido de proteínas durante el período de estudio (Fig. 8c), observándose una disminución progresiva de un valor inicial de $1.200 \mu\text{g/L}$ en el mes de agosto de 2007, seguido con un descenso hasta el mes de noviembre de 2007 ($604 \mu\text{g/L}$). A partir del mes de diciembre de 2007 se observó un incremento significativo ($F = 2.20$, $p < 0.05$), el cual se mantuvo hasta alcanzar valor máximo de $1.541 \mu\text{g/L}$ al final del estudio.

La variación mensual porcentual de las proteínas, carbohidratos y lípidos en relación al seston orgánico fue mayor en octubre 2007 (86%), y en el mes de noviembre 2007 (59.15%), mientras que el porcentaje más bajo se presentó en febrero de 2008 (23.29%).

Correlación entre los factores ambientales, sustratos energéticos analizados (seston) y las tasas de crecimiento del mejillón verde *Perna viridis*:

La correlación de Pearson, establecida entre los diferentes parámetros estudiados, mostró que la temperatura tuvo una asociación negativa pero significativa con la clorofila *a* (temperatura-clorofila *a*-0.98), con el seston total (temperatura-seston total-0.83) y con los sustratos energéticos del seston (temperatura-lípidos-0.81; temperatura-carbohidratos-0.76), mientras que con las tasas de crecimiento tanto de la longitud como de los tejidos (somáticos y reproductivos), la correlación fue no significativa (Cuadro 1). Los parámetros ambientales analizaron entre si una correlación significativa y positiva (clorofila *a*-seston total 0.85; clorofila *a*-seston orgánico 0.60; seston total-seston orgánico 0.59). Dichos parámetros ambientales también presentaron una asociación significativa y positiva con los sustratos energéticos del seston (clorofila *a*-proteínas 0.61; clorofila *a*-lípidos 0.79; clorofila *a*-carbohidratos 0.85; seston total-proteína 0.77; seston total-lípidos 0.90; seston total-carbohidratos 0.69; seston orgánico-proteína 0.96; seston orgánico-lípidos 0.77), además con las tasas de crecimiento de la masa seca los tejidos somático y reproductivo (clorofila *a*-músculo 0.50; clorofila *a*-resto

TABLA 1

Correlación entre factores ambientales, sustratos energéticos (proteínas, lípidos y carbohidratos) analizados en el seston y tasas de crecimiento del mejillón verde *P. viridis* cultivado en condiciones de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela

TABLE 1

Correlation between environmental factors, energy substrates (proteins, lipids and carbohydrates) analyzed in the seston and growth rates of the green mussel *P. viridis* cultivated in bottom culture in Turpialito inlet, gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela

	Temp	Clor a	Sest total	Sest org.	Salinidad	Oxig.	Proteínas	Lípidos	Carboh.	talla	Músculo	Rest. Tej	Gónadas	M. conch
Temp	1													
Clor a	-0,98	1												
Sest total	-0,83	0,85	1											
Sest org.	-0,55	0,60	0,59	1										
Salinidad	-0,21	0,25	0,45	0,43	1									
Oxig.	-0,39	0,33	-0,03	0,20	0,16	1								
Proteínas	-0,56	0,61	0,77	0,96	0,56	-0,01	1							
Lípidos	-0,81	0,79	0,90	0,77	0,53	0,38	0,79	1						
Carboh.	-0,76	0,85	0,69	0,49	0,38	0,31	0,45	0,50	1					
Talla	-0,16	0,17	0,23	0,63	0,85	0,44	0,80	0,68	0,21	1				
Músculo	-0,55	0,50	0,46	0,65	0,28	0,22	0,65	0,55	0,12	0,49	1			
Rest. Tej	-0,55	0,52	0,50	0,74	0,41	0,23	0,72	0,60	0,2	0,59	0,99	1		
Gónadas	-0,56	0,49	0,49	0,61	0,31	0,23	0,63	0,59	0,08	0,49	0,99	0,98	1	
M. conch	-0,12	0,12	0,17	0,77	0,31	0,19	0,69	0,60	0,07	0,65	0,50	0,56	0,49	1

de tejidos 0.52; seston total-resto de tejidos 0.50; seston orgánico-músculo 0.65; seston orgánico-resto de tejidos 0.73; seston orgánico-gónadas 0.61) con un $r=0.5$ respectivamente para cada parámetro de estudio. La correlación de los sustratos energéticos del seston entre sí mostraron una asociación positiva significativa (proteína-lípidos 0.79; lípidos-carbohidratos 0.50), también se observó una asociación significativa con las tasa de crecimiento de la concha, masa seca de los tejidos somáticos y reproductivo (proteína-longitud 0.80; proteína-músculo 0.65; proteína-resto de tejidos 0.72; proteína-gónadas 0.63; proteína-concha 0.69; lípidos-longitud 0.68; lípidos-músculo 0.55; lípidos-resto de tejidos 0.60; lípido-gónadas 0.59; lípidos-concha 0.60) con un $r=0.5$ respectivamente para cada parámetro de estudio. La tasa de crecimiento de la concha, masa seca del músculo y el resto de tejidos entre sí presentaron una relación significativa y positiva (longitud-resto de tejidos 0.59; longitud-masa seca de la concha 0.65; músculo-resto de tejidos 0.99;

músculo-gónadas 0.99; músculo-masa seca de la concha 0.50; resto de tejidos-gónadas 0.98; resto de tejidos-masa seca de la concha 0.56).

DISCUSIÓN

Los bioensayos de cultivo particularmente en aguas someras y en cultivo de estacas, y estudios realizados en poblaciones naturales en el nororiente de Venezuela, señalan que la talla comercial de *P. viridis* se alcanza entre los 60-70mm, y que la misma está determinada por la producción de tejido reproductivo (Malavé & Prieto 2005, Lodeiros & Freitas 2008, Prieto *et al.* 2009). Sin embargo, en este estudio, *P. viridis* en cultivo de fondo, mostró un crecimiento progresivo en la longitud de la concha, alcanzando en 8 meses de cultivo una talla comercial de 78mm, es decir superior a la reportada en otros estudios.

En líneas generales, el crecimiento en talla y biomasa de *P. viridis*, estuvo asociado con el alimento (tipo, cantidad y calidad) presente

en el medio, ya que en los primeros meses del estudio, el alimento estuvo dominado por el seston orgánico, el cual presentó considerables concentraciones de proteínas y lípidos, siendo de esta manera determinante para el crecimiento, la calidad y no la cantidad de alimento. Por el contrario, los incrementos del crecimiento observados posteriormente, en diciembre 2007 y febrero 2008, estuvieron asociados al gran aporte alimenticio de tipo orgánico y fitoplanctónico proveniente de la surgencia costera, que anualmente se produce en la zona (Okuda 1975, Herrera & Febres 1975).

Lo antes señalado explica que *P. viridis* mostró una buena condición fisiológica, la cual pudo estar relacionada con la disponibilidad y asimilación del alimento presente en el medio, permitiéndole de esta manera al mejillón sobrellevar de manera simultánea los procesos de crecimiento y reproducción, a pesar de los aumentos de temperatura y salinidad, los cuales inclusive no afectaron ni el crecimiento ni la supervivencia. La mencionada relación entre el aumento de la disponibilidad de alimento y la aceleración de las tasas de crecimiento ya ha sido observada en *E. ziczac* en la misma zona de estudio (Bonmatí 1994, Lodeiros & Himmelman 1994, Vélez *et al.* 1995) y en otros bivalvos marinos (Bernard 1983, Griffiths & Griffiths 1987, Bricelj & Shumway 1991, Thompson & MacDonald 1991, Bayne & Newell 1993), inclusive en el mejillón *P. perna* (Acosta *et al.* 2009).

La composición bioquímica del seston constituye una excelente herramienta que permite entender mejor la importancia e influencia del alimento en los procesos biológicos como recurso alimenticio para los organismos filtradores (Poulet *et al.* 1986). En este estudio, las altas concentraciones de proteínas, carbohidratos y lípidos contenidos en el seston orgánico durante el mes de enero y febrero de 2008, pudieron estar relacionadas con el período de surgencia costera. En líneas generales, durante todo el estudio la suma de los sustratos energéticos (proteínas, lípidos y carbohidratos) osciló entre 23-86% de la fracción orgánica del seston total analizado, mientras que el resto

posiblemente estuvo constituido por material fibroso indigerible. Según Mann (1988) el detritus contiene aproximadamente un 20% de material fibroso indigerible, constituido principalmente por la lignina y la celulosa que provienen de las plantas vasculares y que tienen bajo contenido de nitrógeno, por lo que presenta poco valor alimenticio para los animales en cultivo. Cabe destacar que el ambiente en el cual se desarrolló el cultivo de *P. viridis* estaba rodeado de manglares y parches de *Thalassia testudinum*, esto explicaría de alguna manera la presencia de este material fibroso (indigerible) en el medio. El seston contiene una parte viva y una no viva, que puede ser detritus orgánico y partículas de naturaleza inorgánica que puede llevar adsorbida cierta cantidad de materia orgánica que pueden ser utilizados como alimento por organismos filtradores.

El patrón estacional del material alimentario puede ser considerado relevante para llegar a conocer la calidad y cantidad del alimento disponible para los organismos filtradores. Los resultados obtenidos en este estudio, sugieren que la ensenada de Turpialito posee una oferta alimentaria natural muy relacionada con la calidad alimenticia del seston dado por los niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos, los cuales aumentaron su concentración en los últimos meses del experimento (entre noviembre 2007 y febrero 2008), asociados posiblemente con la acumulación de nutrientes, provenientes de la surgencia costera, que se inicia por lo general en los primeros meses del año provocando una disminución de la temperatura, incremento de la concentración de nutrientes, y por consiguiente origina una elevada producción primaria, donde existe una mayor disponibilidad de alimento de origen fitoplanctónico y detritico. No obstante, los altos porcentajes de sustratos energéticos obtenidos en el seston en el mes de octubre, coincidente con el período de estratificación, sugieren que a pesar del poco alimento en el medio, éste fue de buena calidad. Esto permite explicar las altas tasas de crecimiento de *P. viridis* en dichos meses.

Según Freitas *et al.* (2003) los altos niveles de materia orgánica que se registran dentro de

la ensenada de Turpialito están asociados con la elevada dinámica que se desarrolla durante la surgencia costera, donde por efecto de los vientos y las olas se produce mayor resuspensión del sedimento, que generalmente queda atrapado en dicha zona. Por otro lado, y de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, la materia orgánica disponible dentro de la ensenada también puede estar relacionada con la presencia de los manglares, que participan generando una gran cantidad de detritus y material orgánico en el sistema, el cual constituye un recurso alimenticio disponible para los mejillones, específicamente para *P. viridis*. En tal sentido, esta zona mantendría una producción de seston orgánico independientemente de los periodos de surgencia o estratificación que se produce en el golfo de Cariaco; por lo que las áreas someras con manglares pueden constituir zonas alternativas para el cultivo de *P. viridis*, ya que es una especie que se caracteriza por vivir en zonas estuarinas y en áreas costeras donde los niveles de seston son elevados; debido a que posee un aparato filtrador que le permite eliminar la sobrecarga de sedimento y seleccionar las partículas nutritivas (Seed & Richardson 1999).

Acosta *et al.* (2009) señalan que la temperatura fue un factor determinante en la reproducción de *P. viridis* bajo cultivo suspendido, ya que afectó y suprimió la formación de gónadas y posiblemente limitó la transferencia de sustratos energéticos del tejido somático al reproductivo. Sin embargo, en este estudio, se observó que el crecimiento de los tejidos somáticos y reproductivos no fue afectado por este parámetro ambiental debido posiblemente a la presencia y la disponibilidad de alimento de tipo orgánico en el medio durante todo el período experimental.

La concentración de oxígeno disuelto y salinidad, a diferencia de la temperatura y la disponibilidad de alimento, mantuvieron poca variación (5.5 y 7.0mg/L y 36 a 38UPS, respectivamente). Estas concentraciones se encuentran dentro del rango fisiológico a través del cual los moluscos bivalvos realizan sus actividades normales (Griffiths & Griffiths 1987,

Segnini *et al.* 1998, Segnini 2003), por lo que se descarta su efecto sobre el crecimiento.

En cuanto al tejido reproductivo, las fluctuaciones de la masa gonádica sugieren que *P. viridis* presenta tres periodos de desoves parciales, los cuales coinciden con lo reportado en su área original de distribución en las costas del océano Indico, donde se señala que es una especie con una reproducción asincrónica y continua (Sreenivasan *et al.* 1989). En contraste, en condiciones de cultivo suspendido en la ensenada de Turpialito, las masas de las gónadas de *P. viridis* mostraron poco desarrollo reproductivo, con desoves prolongados, y poca recuperación gonadal, hecho que estuvo asociado a la escasa disponibilidad de alimento (Acosta *et al.* 2006, 2009). Esta observación reafirma la buena condición fisiológica de *P. viridis* en condiciones de fondo.

El factor que por lo general afecta negativamente el crecimiento de bivalvos en condiciones de cultivo, son los organismos epífitos (*fouling*) que crecen sobre la concha de los bivalvos o sobre los medios de cultivos (cuerdas y cestas, entres otros). Estos organismos, pueden, limitar la circulación de agua y por lo tanto de alimento al interior de las estructuras de cultivo, también pueden afectar la acción mecánica de apertura y cierre de la concha (Lesser *et al.* 1992, Lodeiros 1996, Lodeiros & Himmelman 1996). En el presente estudio, la incidencia de este factor fue muy baja (0.76±0.8g) equivalente a <10% de la masa de la concha. Un factor biológico que pudo estar relacionados con la ausencia de *fouling* y de algunos depredadores que pudieran colonizar las cestas en etapas tempranas de su ciclo de vida, fue la presencia de crustáceos decápodos (observación personal), correspondientes a la especie *Mithrax hispidus* (Herbst 1791), los cuales posiblemente actuaron como un biocontrol en las cestas.

La disponibilidad y calidad del seston orgánico presente en el medio ambiente de cultivo, fue determinante en el crecimiento de *P. viridis*, ya que sus incrementos en talla y biomasa sugieren una mejor adaptación fisiológica para asimilar eficientemente los recursos

alimenticios constituidos por material detritivo y materia orgánica del medio, lo que sugiere que los manglares constituyen ambientes adecuados para el cultivo en fondo de *P. viridis*, específicamente en el golfo de Cariaco.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los técnicos que laboran en la estación Hidrobiológica de Turpialito y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el financiamiento de esta investigación a través del proyecto CI-5-1001-1155/03.

RESUMEN

Los moluscos representan uno de los grupos más importantes desde el punto de vista económico en la acuicultura marina, debido a los bajos costos de producción y a su alta rentabilidad. En este estudio se planteó probar la hipótesis de un mayor crecimiento de *Perna viridis* en cultivo de fondo, por un mejor aprovechamiento de alimento presente en el medio, lo cual permitirá descartarla o no como especie de cultivo para el Golfo de Cariaco. En este sentido, se evaluó el crecimiento y la supervivencia del mejillón verde *P. viridis* en condiciones de cultivo de fondo entre julio 2007 y febrero 2008. Las semillas del mejillón (35.81 ± 1.41 mm de longitud) fueron obtenidas en la localidad de Guaca (costa norte del estado Sucre) y trasladadas hasta la Estación Hidrobiológica de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre-Venezuela, en donde se sembraron en cestas "españolas". Mensualmente se determinó supervivencia así como la longitud máxima de la concha, la masa seca del músculo, resto de tejidos y de la gónada. Los parámetros ambientales (temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila *a*, seston total y su fracción orgánica), en la zona de cultivo se determinaron cada 15 días. Mensualmente se realizaron determinaciones de proteínas, lípidos y carbohidratos al seston. Durante todo el estudio el mejillón mantuvo un crecimiento continuo, alcanzando al final una longitud máxima de 78.7 ± 4.43 mm. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la masa seca de los tejidos somáticos (músculo, resto de tejido) y reproductivo, mostraron variabilidad a lo largo del estudio, produciéndose al final un incremento significativo en dichos tejidos. Las variaciones observadas en la tasa de crecimiento de la masa del tejido reproductivo, dependió de las reservas acumuladas y del alimento ofertado por el medio ambiente. El seston orgánico durante toda la experiencia mostró una independencia de la temperatura y de la clorofila *a* manteniendo valores por encima de 1 mg/L, constituyendo de esta manera el principal recurso alimenticio para los mejillones. Los altos contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos

observados en el seston al final del estudio, pudieran estar principalmente asociados con la surgencia costera que provee un gran aporte alimenticio de tipo fitoplanctónico y orgánico. El alto porcentaje de supervivencia (>80%), el incremento de la longitud de la concha y la alta producción de tejido reproductivo, sugieren una excelente condición fisiológica de *P. viridis*, relacionada con la disponibilidad y la calidad del alimento particularmente de tipo orgánico presente en el medio, por lo que el cultivo de fondo puede constituir una alternativa de producción acuícola en el golfo de Cariaco.

Palabras clave: *Perna viridis*, crecimiento, supervivencia, cultivo de fondo.

REFERENCIAS

- Acosta, V., A. Prieto & C. Lodeiros. 2006. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootec. Trop.* 24: 177-192.
- 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. *Zootec. Trop.* 27: 315-328.
- Bayne, B. & R. Newell. 1993. Physiological energetic of marine mollusks, p. 407-515. In A.S. Saleuddin & K.M. Wilbur (eds.). *The Mollusca*. Academic, New York, EEUU.
- Bernard, F. 1983. Physiology and the mariculture of some north-eastern Pacific bivalve molluscs. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 63: 24-34.
- Bligh, E. & W. Dyer. 1959. A rapid method of lipid total extraction and purification. *Can. J. Bioch. Phys.* 37: 911-917.
- Bonmatti, A. 1994. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de tres talla de la vieira tropical *Evula (Pecten) ziczac* (Linné, 1758), bajo condiciones de cultivo suspendido, en el Golfo de Cariaco. Estado Sucre Venezuela. Trabajo de Pregrado, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Bricelj, V. & M. Shumway. 1991. Physiology: energy acquisition and utilization, p. 305-346. In S.E. Shumway (ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Bull, M. 1991. Developments in aquaculture and fisheries science, p. 853-860. In S.E. Shumway (ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Cameron, M. 1983. The economic of scallop. *Farming Cath.* 10: 20.

- Chalermwat, K. & R. Lutz. 1989. Farming the green mussel in Thailand. *World Aquacult.* 20: 41-46.
- Cropp, D. 1984. Economic feasibility of scallop culture in Tasmania. *Firth. Rep.* 52: 1-11.
- Dubois, M., K. Gilles, J. Halmilton, P. Rebers & F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Freites, L., A. Vélez & L. Hurtado. 1996. Crecimiento y producción secundaria del bivalvo *Euvola (Pecten) ziczac* (L.), en cultivo suspendido a tres profundidades. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 35: 17-26.
- Freites, L., C. Lodeiros, N. Narváez, G. Estrella & J. Babarro. 2003. Growth and survival of the scallop *Lyropecten (nodipecten) nodosus* (L. 1758) in suspended culture in the Cariaco Gulf (Venezuela) during a non-upwelling period. *Aquacult. Res.* 34: 709-718.
- González, L. 1995. Efecto de la densidad sobre el crecimiento y la supervivencia de la vieira *Euvola (Pecten) ziczac* (Linné, 1758), bajo condiciones de cultivo de fondo, en el Golfo de Cariaco. Estado Sucre Venezuela. Trabajo de Pregrado, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Griffiths, C. & R. Griffiths. 1987. Bivalvia, p. 1-88. *In* J.H. Pandian & F.J. Vernberg (eds.). *Animals Energetics*. Academy, Nueva York, EEUU.
- Hardy, D. 1991. *Scallop Farming*. Fishing News Books, Oxford, Inglaterra.
- Herbert, D., P. Phipps & R. Stranse. 1971. Chemical analysis of microbial Cell. *Meth. Microbiol.* 5: 209-244.
- Herrera, L. & G. Febres. 1975. Proceso de sugerencia y renovación en la Fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 14: 31-44.
- Hicks, D. & J. Tunell. 1993. Ecological notes patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linne, 1758), in the Gulf of Mexico. *Amer. Malac. Bull.* 11: 203-206.
- Hunault, P., A. Vélez, N. Jordan, J. Himmelman, F. Morales, L. Freites & C. Lodeiros. 2005. Contribution of food availability to more rapid growth of the scallop, *Euvola ziczac*, in bottom than in suspended culture. *Rev. Biol. Trop.* 53: 455-461.
- Illanes, J. 1986. Situación actual del cultivo del ostión *Argopecten purpurata* y la ostra *Crassostrea gigas* en el norte de Chile. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Imai, T. 1977. Aquaculture in Scallow Seas: Progress in Scallow Sea Culture. *Nat. Tech. Inf. Ser. Trans.* 1: 261-364.
- Ito, H. 1991. Developments in aquaculture and fisheries science Japan, p. 1017-1056. *In* S.E. Shumway (ed.). *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Lesser, M., S. Shumway, T. Cucci & J. Smith. 1992. Impact of "fouling" organisms on mussel rope culture: interspecific competition for food among suspension-feeding invertebrates. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 165: 91-102
- Lodeiros, C. 1996. Influence des facteurs environnementaux sur la croissance du pétoncle tropical *Euvola (pecten) ziczac* (L. 1758) cultivé en suspension au Golfo de Cariaco, Venezuela. Ph.D. Thesis, Université Laval, Québec, Canada.
- Lodeiros, C. & J. Himmelman. 1994. Relation among environmental conditions and growth in the scallop *Euvola (pecten) ziczac* (L.) in suspended culture. *Aquaculture* 119: 345-358.
- Lodeiros, C. & J. Himmelman. 1996. Relations among conditions environmental and growth in the tropical scallops *Euvola (pecten) ziczac* (L) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture* 119: 291-294.
- Lodeiros, C. & L. Freites. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela, p. 135-150. *In* A. Lovatelli, A. Farias & I. Uriarte (eds.). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura, FAO, Roma, Italia.
- Lodeiros, C., D. Pico, A. Prieto, N. Narváez & A. Guerra. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding, 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult. Int.* 10: 327-338.
- Lowry, O., N. Rosebrough & L. Fair. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- MacDonald, B. 1986. Production and resource partitioning in the giant scallop *Placopecten magellanicus* grown on the bottom, and in suspended culture. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 34: 79-86.
- Malavé, C. & A. Prieto. 2005. Producción de Biomasa en el mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) en una localidad de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Interciencia* 30: 699-70.
- Mann, K. 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. *Limn. Oceanogr.* 33: 910-930.
- Marsh, Y. & D. Weinstein. 1966. Simple charring method for determination of lipid. *J. Lip. Res.* 7: 574-576.
- Mendoza, S. 1999. Alternativas para el cultivo final del pectínido *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* (Linnaeus, 1758), en el Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Pregrado, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

- Morton, B. 1997. The aquatic nuisance species problem: a global perspective and review, p. 1-54. In F.D. Itri (ed.). Zebra Mussels and Aquatic Nuisance Species. Ann Arbor, Michigan, EEUU.
- Okuda, T. 1975. Características hidroquímicas del golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente 14: 251-268.
- Pillay, T. 1997. Acuicultura principios y prácticas. Limusa, México D.F., México.
- Poulet, S., D. Cossa & J. Marty. 1986. Combined analysis of the size spectra and biochemical composition of particles in the St. Lawrence Estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser. 30: 205-214.
- Prieto, S., 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: 202-208
- Ragopal, S., V. Venugopalan, K. Nair, G. Van del Velde, H. Jenner & C. Den Hartog. 1998. Reproduction, growth rate and culture potencial of the green mussel, *Perna viridis* (L) in Edaiyur backwaters, east coast of India. Aquaculture 162: 187-202.
- Seed, R & C. Richardson. 1999. Evolutionary traits in *Perna viridis* (Linnaeus) and *Septifer virgatus* (Wiegmann) (Bivalvia: Mytilidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 239: 273-287.
- Segnini, M. 2003. Influence of salinity on the physiological conditions in mussels, *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae). Rev. Biol. Trop. 51: 153-158.
- Segnini, M., K. Chung & J. Pérez. 1998. Salinity and temperatura tolerance of green mussel *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). Rev. Biol. Trop. 46: 121-125.
- Sreenivasan, P., R. Thangavelu & P. Poovannan. 1989. Biology of the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus) cultured in Mutukadu Lagoon. Madras. Indian J. Fish. 36: 149-155.
- Strickland, J. & T. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canadá, Montreal, Canadá.
- Thompson, R. & B. MacDonald. 1991. Physiological integrations and energy partitioning, p. 347-376. In S.E. Shumway (ed.). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Vélez, A., L. Freites, J. Himmelman, W. Senior & N. Marin. 1995. Growth of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac*, in bottom and suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Aquaculture 136: 257-276.
- Ventilla, R. 1982. The scallop industry in Japan. Adv. Mar. Biol. 20: 309-382.
- Ysla, L., V. Venturi & H. Nava. 1988. Efecto de la densidad y profundidad en la crianza de la concha abanico *Argopecten purpuratus* en cultivos suspendidos. Bol. Ins. Mac. Per. 1: 181-185.
- Zar, J. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Nueva Jersey, EEUU.