

PRODUCCIÓN SECUNDARIA DEL MEJILLÓN VERDE *Perna viridis* (BIVALVIA:MYTILIDAE) EN CULTIVO DE FONDO, VENEZUELA

Secondary production of green mussel Perna viridis (Bivalvia: Mytilidae) in bottom culture, Venezuela

*Vanessa Acosta-Balbás y Antulio Prieto-Arcas

Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumana, Edo. Sucre, 6101, Venezuela. vanessaacosta@yahoo.com

RESUMEN

Se evaluó la producción secundaria del mejillón verde *Perna viridis* en cultivo de fondo, entre junio 2008 y febrero 2009. Mensualmente se determinó la longitud del eje dorsoventral de la concha, peso completo del organismo, así como la masa seca del músculo, gónadas y resto de tejidos. Quincenalmente se obtuvieron registros de diferentes factores ambientales. *Perna viridis* durante todo el estudio presentó un crecimiento en talla continuo. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la masa seca de los tejidos somáticos (músculo y resto de tejidos) mostró variabilidad a lo largo del estudio. Se obtuvo una producción secundaria de 1.541,5 g/cm²/año, de los cuales 750,78 g/cm²/mes correspondieron a gónadas; 433,77 g/cm²/mes al músculo y 356,95 g/cm²/mes al resto de los tejidos. La producción de gónadas presentó incrementos progresivos entre noviembre-febrero, con producciones negativas por desove en septiembre y noviembre. Los máximos incrementos en la producción de músculo fueron en agosto-septiembre, diciembre-enero y enero-febrero, mientras que el resto de los tejidos mostró un comportamiento diferente, con los mayores aumentos entre julio-agosto, noviembre-diciembre y enero-febrero. El Análisis de Componentes Principales mostró que las variables ambientales que estuvieron asociadas positivamente con la producción de los tejidos, fueron la clorofila a y el seston orgánico, mientras que la temperatura influyó negativamente. En condiciones de cultivo de fondo, *P. viridis* mostró una alta producción de tejidos, siendo el reproductivo el de mayor contribución.

Palabras clave: Golfo de Cariaco; factores ambientales; producción secundaria.

ABSTRACT

Secondary production of green mussel *Perna viridis* in bottom cultures, between June 2008 and February 2009, was evaluated. Dorsoventral axis length of the shell, body weight, and the dry mass of muscle, gonads and other tissues, were measured. Fortnightly records of different environmental factors were obtained. *Perna viridis* presented throughout the study a constant growth in size. However, the growth rate of the dry mass of somatic tissues (muscle and other tissues) showed variability throughout the study. A secondary production of 1,541.5 g/cm²/year was obtained, of which 750.78 g/cm²/month corresponded to gonads, 433.77 g/cm²/month to muscle, and 356.95 g/cm²/month to other tissues. Gonad production presented progressive increases from November to February, with negative production due to spawning in September and November. The maximum increases in muscle production were in August-September, from December to January and from January to February, while the rest of the tissues showed a different behavior, with the highest increases between July-August, November-December and January-February. The Principal Component Analysis showed that environmental variables positively associated with the production of tissues were the chlorophyll a and the organic seston, while the temperature impacted negatively. In bottom cultures, *P. viridis* showed a high tissue production, with the highest production in reproductive tissues.

Key words: Gulf of Cariaco; environmental factors; secondary production.

INTRODUCCIÓN

Perna viridis (Linnaeus, 1758) constituye una de las cinco especies de mejillones cultivados comercialmente, que produce el mayor rendimiento neto en carne, en comparación con cualquier otro bivalvo cultivado a nivel mundial [8]. Es nativo del Indopacífico pero su distribución se ha expandido a diferentes latitudes encontrándose en Australia, Japón, Estados Unidos, Centroamérica, Suramérica y el Caribe. Su principal medio de introducción ha sido el agua de lastre de las embarcaciones y el cultivo con fines experimentales [5, 14]. En Venezuela, a pesar de la corta permanencia en la costa nororiental, esta especie ha colonizado hábitats intermareales y sublitorales (fondos fangosos, rocas, raíces de manglares), logrando ajustarse o aclimatarse rápidamente a diferentes ecosistemas marinos y estuarinos, debido a que presenta características fisiológicas que le otorgan resistencia a las variaciones ambientales de salinidad y temperatura [21, 22].

El mejillón se ha consolidado en las últimas décadas como uno de los principales productos de la acuicultura mundial. Así mismo, el desarrollo de esta actividad presenta excelentes expectativas en diferentes zonas geográficas del planeta, por lo que en los próximos años se incrementará su producción y consumo humano. Una de las ventajas que ofrece el cultivo de moluscos bivalvos es que no demandan ningún tipo de inversión en alimento para el crecimiento por lo que se establecen generalmente en zonas costeras que presentan elevada productividad; esto explica el porqué los mejillones bajo condiciones de cultivo muestran una excelente tasa de conversión de alimento y rendimiento por unidad de superficie, superior a cualquier otro cultivo que se realice en el ambiente natural [3].

Conocer el flujo de materia en los diferentes tejidos constituye uno de los aspectos de mayor relevancia dentro de la historia de vida de cualquier organismo, porque a través de éste se puede estimar cómo el individuo la emplea, según su edad, en el mantenimiento energético [18]. Los estudios sobre producción secundaria en bivalvos han sido enfocados en su mayoría a especies de zonas templadas [11,13, 16, 25], mientras que en zonas tropicales, los estudios son menores [2, 4, 17, 18, 25]. En líneas generales, los organismos muestran diferencias en su productividad, asociadas principalmente a factores como: la clorofila *a*, seston orgánico, temperatura y salinidad [2, 18]. En las investigaciones de flujo de materia se considera que la energía que invierte el organismo en el crecimiento y la reproducción, representa una respuesta integral de éste al ambiente y permite evaluar la biomasa disponible hacia otros niveles tróficos. Además, conociendo la producción secundaria y/o productividad de un recurso se pueden determinar variables como la extracción máxima y la capacidad de carga de la especie en un área determinada. En líneas generales, existe una tendencia progresiva a estimar la productividad en los diferentes componentes del cuerpo (gónada, músculo y otros tejidos), para tener una mejor comprensión de la manera cómo la especie distribuye la energía durante su crecimiento [9]. Debido a que

P. viridis constituye actualmente uno de los principales recursos aprovechables de la pesca artesanal en la región y de la cual se tiene excelentes expectativas para el desarrollo de cultivo en el estado Sucre, en la presente investigación se analizó la producción secundaria de los diferentes tejidos en una población cultivada en condiciones de fondo, en relación a la variabilidad ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las muestras

Los mejillones fueron obtenidos mediante extracción manual del banco natural situado en Guaca (costa norte del estado Sucre: 10°40'10,3"N; 63°24'11,46"O). Los organismos fueron posteriormente trasladados en contenedores isotérmicos hacia la zona costera aledaña a la Estación Hidrobiológica de Turpialito (costa sur del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela: 10°26'5"N y 64°02'56"O).

Bioensayo

El estudio se realizó en la parte interna de la ensenada de Turpialito, que presenta características ecológicas muy particulares como: fondos areno fangosos-arenosos, esta bordeada de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y de parches de *Thalassia testudinum*. La Ensenada de Turpialito se caracteriza por presentar variaciones de temperatura en el agua, la cual varía entre 22,4 y 28°C, debido a las surgencia costera que se produce en la zona los primeros meses del año, es poco influenciada por aportes de agua dulce a excepción del período de lluvia que acontece anualmente [12]. Para el bioensayo se utilizó un total de 750 ejemplares de tallas homogéneas ($35,81 \pm 1,41$ mm). Se emplearon cestas españolas (40 cm x 8 cm), con un área de 1 256 cm², las cuales fueron fijadas al sustrato con barras metálicas de ½ pulgada y colocadas a una profundidad aproximada de 5 m. En cada cesta se sembraron 30 mejillones con la finalidad de que dichos organismos abarcaran 1/3 de la superficie. En total se obtuvieron 24 réplicas. El estudio tuvo una duración de 8 meses (julio 2008-febrero 2009). Mensualmente se tomaron al azar 30 mejillones de las réplicas experimentales. A cada grupo de mejillones se les determinó la longitud antero-posterior de la concha, utilizando un vernier digital marca Mytutoyo de $\pm 0,01$ mm de precisión (Japón). La biomasa seca se estimó en el músculo, lóbulos gonadales y resto de tejidos (conformado por branquias, pie, glándula digestiva y manto), se sometieron a un proceso de deshidratación por calor (60-70°C/72 h) en una estufa Memmert de 55 L, modelo UN 55 plus (Alemania) y se pesaron en una balanza analítica marca Denver, modelo TR204 (Estados Unidos) de $\pm 0,001$ g de apreciación, hasta peso constante.

Factores ambientales

A fin de determinar la variación de los factores ambientales en la zona de cultivo, se tomaron muestras quincenales de agua con una botella Niskin de 2 L, a través de la activación del cierre de la botella por un mensajero. Dichas muestras fueron obtenidas manualmente mediante buceo libre, a 20 cm del fondo

aproximadamente, teniendo el mayor cuidado de no interferir con el medio. De las muestras de agua se obtuvieron submuestras, la biomasa fitoplanctónica mediante la concentración de clorofila *a* y el seston orgánico. Estos análisis se realizaron reteniendo las partículas en filtros Whatman GF/F (0,7 µm de diámetro de poro), utilizando un equipo de Sistema de filtración de vacío STERIFIL® - Merck Millipore (Estados Unidos). Para la determinación de la clorofila *a*, se empleó el método espectrofotométrico, mientras que el seston se analizó mediante técnicas gravimétricas, ambas descritas en Strickland y Parsons [24]. En la zona de cultivo fue colocado un termógrafo electrónico (Minilog-Vemco, Canadá) para registrar la temperatura a intervalos de 30 min.

Producción secundaria

La estimación de la producción secundaria de cada tejido, por intervalo de muestreo, se evaluó utilizando un método para cohortes sin reclutamiento y empleando la fórmula: $\Delta P = N\Delta W$; donde ΔP es el incremento de producción en el lapso de tiempo, *N* es el promedio de densidad y ΔW es el incremento promedio de la biomasa. La pérdida de peso por mortalidad (eliminación, *E*) se evaluó utilizando la expresión $E = \Delta N W$, donde ΔN es la mortalidad numérica en el lapso y *W* es el peso promedio [2, 10]. Las diferentes producciones fueron expresadas en peso/área/tiempo, en donde la sumatoria de cada producción fue dividida por el área de la cesta.

Análisis estadístico

Con la finalidad de determinar diferencias mensuales en el crecimiento en talla (mm), masa seca de la concha y los tejidos (músculo, gónadas y resto de tejido), se aplicó un ANOVA sencillo, tomando como factor los meses; a aquellas variables que mostraron diferencias significativas se aplicó una prueba *a posteriori* de Duncan. Para determinar si existen diferencias mensuales entre los factores ambientales, durante el período experimental, se utilizó un ANOVA I. Previo a estos análisis se

comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas, según lo establecido por Zar [26]. La interrelación entre las variables ambientales obtenidas con los incrementos de la gónada, músculo y resto del tejido en *P. viridis*, en función de los meses de cultivo, se analizó con un Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando los incrementos como variables dependientes [23].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total de todos los tejidos durante el período de estudio fue de 1.541,5 g/cm²/año. Los mayores valores de producción se obtuvieron de manera continua entre noviembre-diciembre (298,69 g/cm²/mes), diciembre-enero (536,88 g/cm²/mes) y entre enero-febrero (700,83 g/cm²/mes). Solamente los dos últimos períodos (diciembre-enero y enero-febrero), coincidieron con los principales incrementos de las masas del músculo, la gónada y el resto de tejidos, TABLA I.

Los incrementos en la producción del tejido muscular se observaron entre agosto-septiembre (103,60 g/cm²/mes), diciembre-enero (166,87 g/cm²/mes) y el mayor incremento se registró entre enero-febrero (231,20 g/cm²/mes), mientras que las disminuciones en las biomásas de este tejido se observaron entre junio-julio (-14,97 g/cm²/mes), julio-agosto (-15,49 g/cm²/mes) y la mayor pérdida se produjo entre septiembre-octubre (-147,10 g/cm²/mes). La producción total del músculo durante los ocho meses del estudio fue de 433,77 g/cm²/año. Con respecto a la generación del tejido gonadal, éste mostró una tendencia diferente a la señalada del músculo, presentando incrementos progresivos en tres períodos: noviembre-diciembre (123,85 g/cm²/mes), seguido por diciembre-enero (275,69 g/cm²/mes) y enero-febrero (310,68 g/cm²/mes), cuando se alcanzaron las máximas producciones de tejido gonadal. Las pérdidas de la masa gonádica se produjeron entre agosto-septiembre (-89,08

TABLA I
ESTIMACION MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN DE GÓNADAS (ΔG), MÚSCULO (ΔM) Y RESTO DE TEJIDOS (ΔRT) DEL MEJILLÓN *Perna viridis* CULTIVADO EN CONDICIONES DE FONDO EN EL GOLFO DE CARIACO

Meses	N	Ni	Psg	Δg	NΔg	Psm	Δm	NΔm	Psrt	Δrt	NΔrt	Total
Jun-07	750		0,20			0,30			0,42			
Julio	747	748,50	0,35	0,15	112,28	0,28	-0,02	-14,97	0,45	0,03	22,45	119,76
Agosto	742	774,50	0,40	0,05	38,93	0,26	-0,02	-15,49	0,69	0,24	185,88	209,32
Septiembre	738	740,00	0,28	-0,12	-89,04	0,40	0,14	103,60	0,48	-0,21	-155,40	-140,84
Octubre	733	735,50	0,38	0,10	73,55	0,20	-0,20	-147,10	0,54	0,06	44,13	-29,42
Noviembre	731	732,00	0,25	-0,13	-95,16	0,31	0,11	80,52	0,35	-0,19	-139,08	-153,72
Diciembre	726	728,50	0,42	0,17	123,85	0,35	0,04	29,14	0,55	0,20	145,70	298,69
Ene-08	725	725,50	0,80	0,38	275,69	0,58	0,23	166,87	0,68	0,13	94,32	536,88
Febrero	720	722,50	1,23	0,43	310,68	0,90	0,32	231,20	0,90	0,22	158,95	700,83
					Σ750,78			Σ433,77			Σ356,95	Σ1.541,5

N: número de mejillones; Ni: promedio de la densidad; Psm: peso seco del músculo; Psg: peso seco de la gónada; Psrt: peso seco del resto de tejidos; Δg, Δm y Δrt: Incrementos de producción de la gónada, músculo y resto de tejidos en cada período experimental; ΔN: mortalidad numérica en cada período experimental.

g/cm²/mes) y octubre-noviembre (-95,16 g/cm²/mes), con una cantidad total producida de 750,78 g/cm²/año. Sin embargo, la producción del resto de tejidos mostró un comportamiento diferente al del músculo y la gónada, ya que los mayores incrementos se obtuvieron a partir de julio-agosto (185,88 /cm²/mes), noviembre-diciembre (145,70 g/cm²/mes) y entre enero-febrero (158,95 g/cm²/mes). La mayor pérdida de tejido se produjo entre agosto-septiembre (-155,40 g/cm²/mes) y la otra entre octubre-noviembre (-139,08 g/cm²/mes) siendo la producción total de 356,95 g/cm²/año, TABLA I.

Es importante destacar que los incrementos en la masa gonadal entre noviembre y diciembre estuvieron acompañados por aumentos simultáneos en las masas del músculo y el resto de tejidos, lo que sugiere que el alimento presente en el medio durante la época de surgencia fue suficiente para soportar de manera simultánea el crecimiento somático y reproductivo. Estos resultados coinciden con los reportados por Acosta y col. [3], quienes señalan que particularmente el seston orgánico constituye un factor determinante en el crecimiento de *P. viridis*. Esto se ve corroborado en este estudio, ya que esta especie mostró mayores incrementos de talla y biomasa en cultivo de fondo, lo que sugiere una mejor adaptación fisiológica para asimilar eficientemente los recursos alimenticios constituidos por material detritívoro y materia orgánica ofrecidos por las fanerógamas marinas (manglares y *Thalassia*) presentes en la zona de cultivo. Un hecho que soporta lo antes señalado es la presencia de seston durante todo el período experimental.

Las disminuciones en la biomasa del músculo y resto de tejidos pudieron estar relacionadas con la transferencia de energía hacia la gónada, que aunque no se llevaron a cabo de manera simultánea, dichas disminuciones coincidieron con el período de baja disponibilidad de alimento en el medio. En general, se observó que la variación del tejido gonadal impactó sobre la biomasa total de *P. viridis*. Si se toma en consideración la disminución en la producción debido a desoves producidos durante el período experimental, la producción de gónadas alcanzó el 48,86% de la producción total, superando la del músculo y muy semejante al resto de los tejidos. Estos resultados coinciden con los reportados por Acosta y Prieto [2] para *P. perna* cultivada en el golfo de Cariaco, en condiciones suspendidas, aunque con valores menores. Según Bruscia y col. [7], y Griffiths y Griffiths [13] el tejido reproductivo en bivalvos marinos puede abarcar entre el 17-98% de la producción en biomasa. Esto sugiere una gran producción de tejido gonadal, por lo que posiblemente *P. viridis* entre noviembre y febrero, canalizó una parte considerable de la energía de la producción total hacia la formación de gametos, pero sin comprometer la energía del resto de los tejidos, debido a la elevada oferta alimentaria del ambiente. Particularmente, en condiciones de fondo, *P. viridis* presentó una mayor producción de gónada en menor tiempo con respecto al alcanzado por *P. perna* y *P. viridis* en condiciones suspendidas [3].

Los altos incrementos de producción que se produjeron entre diciembre-enero y enero-febrero estuvieron influenciados por las altas tasas de crecimiento (somático y reproductivo) y asociados con el período de surgencia costera que se origina durante la estación seca, en donde el agua superficial se caracteriza por presentar temperaturas bajas, altos valores de salinidad y una alta disponibilidad de alimento [12]. Este fenómeno es el responsable de la productividad primaria en el Golfo de Cariaco. Lo antes señalado explica por qué los períodos de mayor producción de biomasa de moluscos bivalvos como *Lyropecten nodosus*, *Pinctada imbricata* y *Perna perna* [1, 2, 15, 18] bajo condiciones de cultivo coincidieron con la mayor productividad primaria de la zona. Sin embargo, en este estudio, los mayores incrementos en la producción se produjeron mucho antes del inicio de la surgencia costera, comenzando a evidenciarse a partir de julio-agosto. Esto pudo estar directamente relacionado con el seston orgánico en el medio, el cual se mantuvo casi constante durante todo el período experimental, constituyendo un recurso alimenticio importante para los mejillones en condiciones de cultivo de fondo, de acuerdo a lo antes señalado. Se ha demostrado que el seston orgánico en la zona presenta una alta calidad nutricional por los altos contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos [2, 18]. Ragagopal y col. [19,20] reportaron que el incremento de 1,13 g/mes durante los primeros seis meses de cultivo de *P. viridis* en la costa este de la India, coincidió con el período de mayor disponibilidad de alimento. Del mismo modo Acosta y col. [3] sugieren que los incrementos en las diferentes tallas de *P. viridis* en cultivo de fondo están directamente relacionados con la disponibilidad de alimento presente en el medio de cultivo, coincidiendo con los máximos picos de recursos alimenticios (seston orgánico y clorofila a) indicando la importancia del alimento en la fisiología de esta especie.

La eliminación o pérdida de peso de todos los tejidos se muestran en la TABLA II. En líneas generales la pérdida de peso de todos los tejidos no mostró mucha variabilidad durante el período experimental. Sin embargo, los mayores valores se registraron entre agosto-septiembre y octubre-noviembre y dichas variaciones estuvieron asociadas con la mortalidad numérica. La eliminación total durante el período de estudio fue de 41,83 g/cm²/año como producto de la mortalidad natural.

Los resultados del Análisis de Componentes Principales muestran la importancia de los factores ambientales (FIG. 1 a, b, c y d; FIG. 2 a y b) en la generación de biomasa, ya que los diferentes tejidos mostraron una asociación positiva con los aumentos de clorofila a y con el seston orgánico producidas entre diciembre y febrero, siendo la disponibilidad de alimento en el medio determinante para el crecimiento del mejillón, el cual fue más prominente durante la surgencia costera (FIGS. 3, 4 y 5). Sin embargo, la temperatura y la salinidad manifestaron una asociación negativa con dichos tejidos, particularmente con la gónada. En mitilidos tropicales la temperatura y la ración alimenticia están directamente relacionadas con la producción, el crecimiento de los tejidos somáticos y reproductivos, aunque las bases fisiológicas de estas relaciones no han sido bien establecidas [6].

TABLA II
ESTIMACION MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA TOTAL (Δ Ps) Y SU REDUCCIÓN ($-\Delta$ NPs) DEL MEJILLON
***Perna viridis* CULTIVADO EN CONDICIONES DE FONDO EN EL GOLFO DE CARIACO**

Meses	N	\wedge N	Ps	Δ Ps	\wedge Δ Ps	E	$-\Delta$ NPs	Δ B	\wedge Δ B	\wedge N Δ B(\wedge Δ B+ Δ NPs)	
Jun-07	750		0,92					690,00			
Julio	747	748,50	1,08	0,16	119,76	1,00	3	3,00	806,76	116,76	
Agosto	742	774,50	1,35	0,27	209,12	1,22	5	6,10	1001,70	194,94	
Septiembre	738	740,00	1,16	-0,19	-140,60	1,26	4	5,04	856,08	-145,62	
Octubre	733	735,50	1,12	-0,04	-29,42	1,14	5	5,70	820,96	-35,12	
Noviembre	731	732,00	0,91	-0,21	-153,72	1,02	2	2,04	665,21	-155,75	
Diciembre	726	728,50	1,32	0,41	298,69	1,12	5	5,60	958,32	293,11	
Ene-08	725	725,50	2,06	0,74	536,87	1,69	1	1,69	1493,5	535,18	
Febrero	720	722,50	3,03	0,97	700,83	2,55	5	12,75	2181,6	688,1	
				Σ 1.541,5				Σ 41,92		Σ 1.491,5	Σ 1.541,5

N: número de mejillones; \wedge N: promedio entre meses; \wedge Ps promedio del peso en el mes; Δ Ps: incremento de pesos entre meses; \wedge Δ Ps: producción secundaria en el primer enfoque; Δ N: eliminación; Δ NPs: mortalidad en peso; Δ B: biomasa instantánea; \wedge Δ B: incremento de la biomasa del primer periodo menos la del segundo periodo; \wedge N Δ B (\wedge Δ B+ Δ NPs): toma en cuenta la densidad del primer periodo y el incremento del peso del segundo periodo.

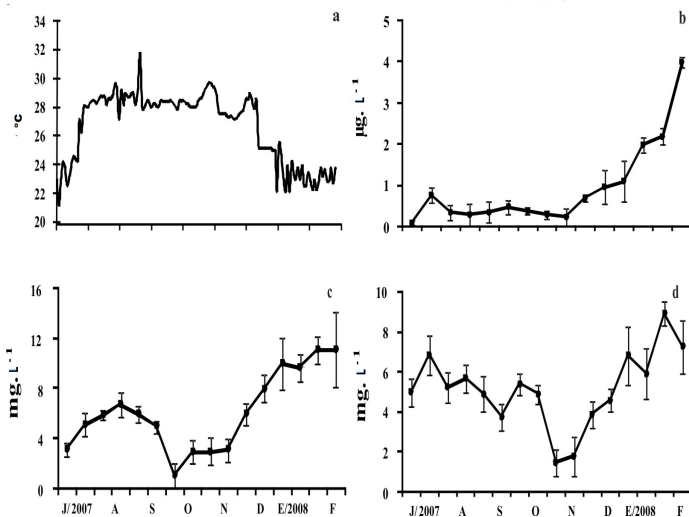


FIGURA 1. (a) VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA, (b) LA BIOMASA FITOPLANCTÓNICA ESTIMADA POR CLOROFILA a (MEDIA \pm DE), (c) SESTON TOTAL Y (d) ORGÁNICO EN LA ENSENADA DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

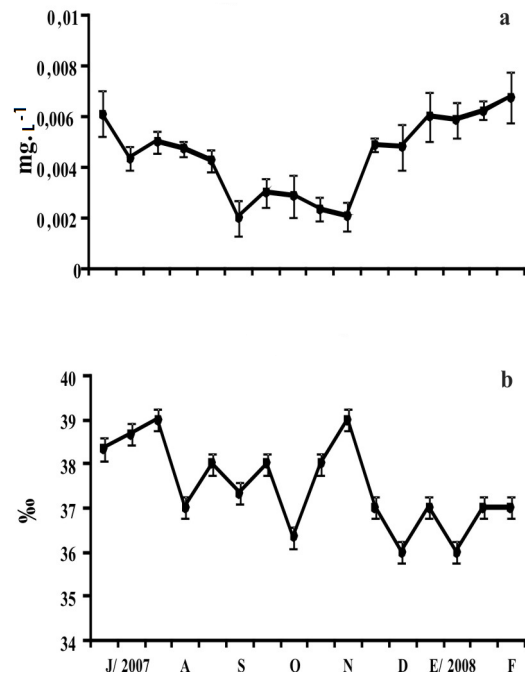


FIGURA 2. (a) CONCENTRACIÓN (MEDIA \pm DE) DE OXÍGENO DISUELTOS Y (b) SALINIDAD EN LA ENSENADA DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

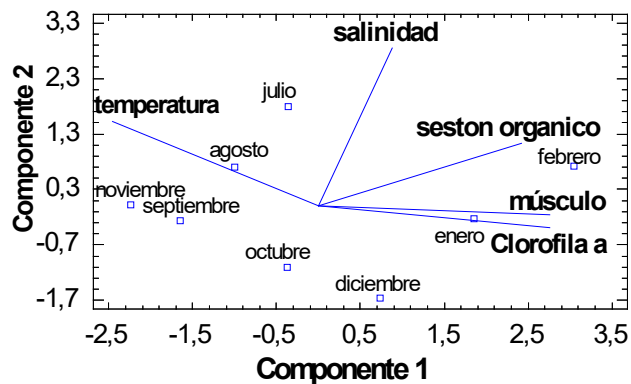


FIGURA 3. PROYECCIONES ORTOGONALES DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP) DEL INCREMENTO DEL MÚSCULO (ΔM) EN EL MEJILLÓN VERDE (*Perna viridis*), BAJO SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO EN EL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

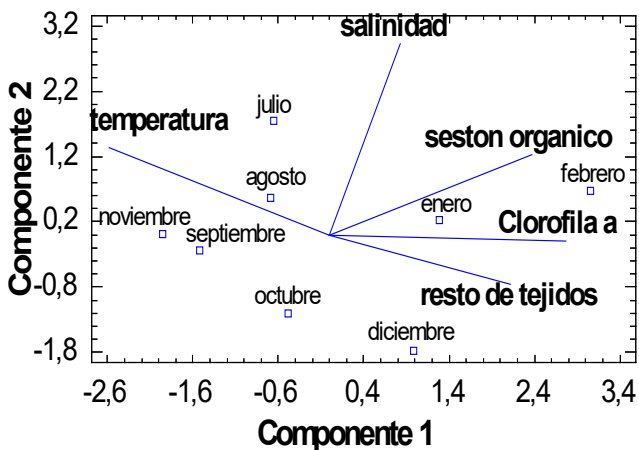


FIGURA 4. PROYECCIONES ORTOGONALES DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP) DEL INCREMENTO DEL RESTO DE TEJIDOS (ΔRT) EN EL MEJILLÓN VERDE (*Perna viridis*), BAJO SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO EN EL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

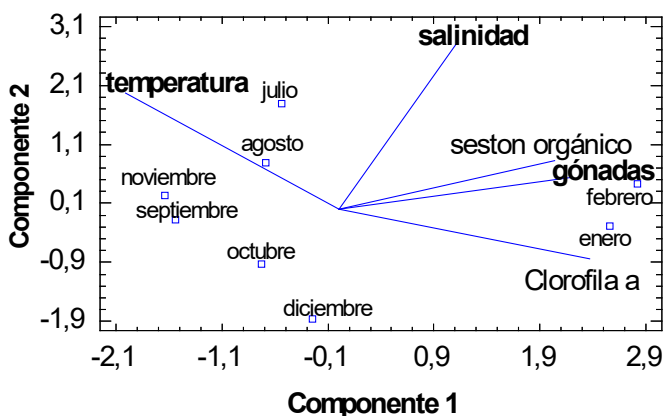


FIGURA 5. PROYECCIONES ORTOGONALES DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP) DEL INCREMENTO DE LA GÓNADA (ΔG) EN EL MEJILLÓN VERDE (*Perna viridis*), BAJO SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO EN EL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

CONCLUSIONES

En condiciones de cultivo de fondo, *P. viridis* mostró una alta producción de tejidos, mayormente hacia el reproductivo. El incremento simultáneo del tejido somático y el reproductivo entre noviembre y febrero y su aporte a la producción total de tejido durante cuatro meses seguidos, sugiere una excelente condición fisiológica de la especie, relacionada con una buena obtención y asimilación del alimento (seston orgánico) disponible en el medio, permitiéndole al mejillón sobrellevar de manera paralela los procesos de crecimiento y reproducción. En tal sentido, las áreas someras con manglares ricos en materia orgánica, constituyen zonas alternativas para el desarrollo del cultivo de fondo de *P. viridis*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ACOSTA, V.; FREITES, L.; LODEIROS, C. Densidad, crecimiento y supervivencia de juveniles de *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* (Pteroida:Pectinidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 48(4): 799-806. 2000.
- [2] ACOSTA, V.; PRIETO, A. Producción secundaria de una población de *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae) en el Golfo de Cariaco en condiciones de cultivo suspendido. *Intercien.* 33(9): 687-692. 2008.
- [3] ACOSTA, V.; GLEM, M.; URBANO, T.; NATERA, Y.; HIMMELMAN, J.; REY-MÉNDEZ, M.; LODEIROS, C. Differential growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *J. World Aquac. Soc.* 40(2): 226-235. 2009.
- [4] ABRAHÃO, A.; CARDOSO, R.; YOKOYAM, L.; AMARAL, A. Population biology and secondary production of the stout razor clam *Tagelus plebeius* (Bivalvia, Solecurtidae) on a Sandflat in southeastern Brazil. *Zool.* 27(1): 54-64. 2010.
- [5] BAKER, P.; FAJANS, J.; BAKER, S. Habitat dominance of a nonindigenous tropical bivalve, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758), in a subtropical estuary in the Gulf of Mexico. *J. Molluscan Stud.* 78(1): 28-33. 2012.
- [6] BROCKINGTON, S.; CLARKE, A. The relative influence of temperature and food on the metabolism of a marine invertebrate. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 258: 87-99. 2001.
- [7] BRUSCIAA, M.; BOURLÈSA, Y.; MAURERB, D.; ROBERTC, S.; MAZURIÉD, J.; GANGNERYE, A.; GOULLETQUERF, P.; POUVREAU, S. A single bio-energetics growth and reproduction model for the oyster *Crassostrea gigas* in six Atlantic ecosystems. *J. of Sea Res.* 1 (4): 340-348. 2011.
- [8] CHALERMWAT, K.; LUTZ, R. Farming the green mussel in Thailand. *World Aquac.* 20: 41-46. 1989.

- [9] CHEUNG, S. Population dynamics and energy budgets of green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) in a polluted harbor. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 168: 1-24. 1993.
- [10] CRISP, D. Energy flow measurement. In: Holme NA, Mc Intyre AD (Eds.) **Methods for the study of marine benthos**. IBP Handbook N° 16. Blackwell. Oxford, UK. Pp 197-279. 1971.
- [11] CUSSON, M. BOURGET, E. Global pattern of macroinvertebrate production in marine benthic habitat. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 297: 1-14. 2005.
- [12] FERRÁZ-REYES, E. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. **Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. de Oriente.** 26 (1-2): 91-110. 1989.
- [13] GRIFFITHS, C.; GRIFFITHS, R. Bivalvia. In: Pandian, J.H.; Vernberg, F.J. (Eds) **Animals Energetic**. Academy Press. Vol. 2. Pp 1-88. 1987.
- [14] INGRAO, D.; MIKKELSEN, P.; HICKS, D. Another introduced marine mollusk in the Gulf of Mexico: The Indo-Pacific green mussel, *Perna viridis*, in Tampa Bay, Florida. **J. Shellfish Res.** 20: 13-19. 2001.
- [15] LODEIROS, C.; PICO, D.; PRIETO, A.; NARVÁEZ, N.; GUERRA, A. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding, 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. **Aquac. Int.** 10: 327-338. 2002.
- [16] MACDONALD, B.; THOMPSON, R. Influence of temperature and food availability on the ecological energetic of the giant scallop *Placopecten magellanicus* II. Physiological ecology, the gametogenic cycle and scope of growth. **Mar. Biol.** 93: 37-48. 1986.
- [17] PRIETO, A.; ESTRELLA, G.; NÚÑEZ, M.; FREITES, L. Producción secundaria del pectínido *Nodipecten nodosus* (Linneo, 1758) cultivado en dos sitios con condiciones ambientales diferentes. **Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. de Oriente.** 44 (2): 123-132. 2005.
- [18] PRIETO, A.; ACOSTA, V. Producción secundaria de una población cultivada del mejillón verde (*Perna viridis*) en el golfo de Cariaco, Venezuela. **Bol. Centro Invest. Biol.** 42 (1): 21-38. 2008.
- [19] RAGAGOPAL, S.; VENUGOPALAN, V.; NAIR, K.; VAN DER VELDE, G.; JENNER, H.; HARTOG, C. Reproduction, growth rate and culture potential of the green mussel, *Perna viridis* (L) in Edaiyur backwaters, east coast of India. **Aquacult.** 162 (3-4): 187-202. 1998.
- [20] RAJAGOPAL, S.; VENUGOPALAN, V.; VAN DER VELDE, G.; JENNER, H. Greening of the coasts: a review of the *Perna viridis* success story. **Aquat. Ecol.** 40: 273-297. 2006.
- [21] RYLANDER, K.; PÉREZ, J.; GÓMEZ, J. Status of the green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Mytilidae), in north-eastern Venezuela. **Caribb. Mar. Stud.** 5: 86-87. 1996.
- [22] SEGNINI, M.; CHUNG, K.; PÉREZ, J. Salinity and temperature tolerances of the green and brown mussels, *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). **Rev. Biol. Trop.** 46: 121-125. 1998.
- [23] STATPOINT. **Statgraphics Centurion XV. Statistical exploration and modeling software**. 2006. <http://www.statgraphics.com>. 21/10/2010.
- [24] STRICKLAND, J. PARSONS, T. A practical handbook of seawater analysis (2nd. Ed.). **Bull. Fish. Res. Bd. Canada.** 125- 310 Pp 1972.
- [25] URBAN, H. Culture potential of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean, II: Spat collection, and growth and mortality in culture system. **Aquacult.** 189: 375-388. 2000.
- [26] ZAR, J. Multisample Hypotheses: The analysis of variance. In: **Biostatistical analysis**. 2nd Ed. Prentice- Hall, Inc., New Jersey (EEUU). 120 pp. 1984.