



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

CRECIMIENTO DEL MEJILLÓN VERDE *Perna viridis* (L., 1758) BAJO  
SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO EN LA ENSENADA DE TURPIALITO,  
GOLFO DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA  
(Modalidad: Investigación)

MARBELIS JOSEFINA MONTES ZERPA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2011

**CRECIMIENTO DEL MEJILLON VERDE *Perna viridis* (L., 1758) BAJO  
SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO EN LA ENSENADA DE TURPIALITO,  
GOLFO DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA**

APROBADO POR:

---

Prof. Vanessa Acosta  
Asesor

---

Prof. César Lodeiros  
Co-Asesor

---

Jurado

---

Jurado

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
LISTA DE TABLAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	6
EXPERIENCIA DE CULTIVO.....	6
PARÁMETROS AMBIENTALES.....	8
COMPONENTES BIOQUÍMICOS DEL SESTON.....	9
Proteínas totales .....	9
Carbohidratos totales.....	10
Lípidos totales .....	11
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	12
RESULTADOS.....	14
TASA DE CRECIMIENTO DE LA CONCHA .....	14
TASA DE CRECIMIENTO DEL TEJIDO SOMÁTICO .....	15
TASA DE CRECIMIENTO DEL TEJIDO GONÁDICO .....	16
SUPERVIVENCIA.....	16
PARÁMETROS AMBIENTALES.....	17
Oxígeno disuelto y salinidad.....	19
Fouling .....	20
COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE SESTON .....	20
Carbohidratos totales.....	21
Lípidos totales .....	21
Variación mensual porcentual de la composición bioquímica del seston (proteínas carbohidratos y lípidos), en relación al seston orgánico .....	23

Correlación entre los factores ambientales, sustratos energéticos analizados (seston) y las tasas de crecimiento del mejillón verde <i>Perna viridis</i> .....	23
DISCUSIÓN .....	26
CONCLUSIONES .....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

## **DEDICATORIA**

Ante todo a Dios y la Virgen del Valle, por ayudarme a lograr esta meta.

A mis padres Luisa y Ramón, que en cada momento de mi vida me llenaron de amor, alegría y fuerzas.

A mi hija Lennis del Valle y a mi esposo Lenin Gómez, por cada momento de alegría y amor que me han brindado.

A mis hermanos Williams Rafael, Raúl José, Johnns, Randi, Mirla, Isbelia, Eulis y a mis sobrinos. ¡Los quiero muchísimo!

A todos mis amigos, en especial a María José, Delia, Leandro, Dulce, Carmen y Ana. A todos ustedes gracias por hacer que mi vida se enriquezca cada día más.

A toda mi familia y a aquellas personas que de una u otra forma tienen que ver en mi vida y que aportaron un granito de arena para cristalizar esta meta.

A todos, muchas gracias

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a la Universidad de Oriente por haberme acogido en su seno e inculcar en mí esos conocimientos necesarios para lograr esta meta.

Mi más sincero agradecimiento a los profesores Vanessa Acosta y Cesar Lodeiros por su orientación y paciencia durante la realización de este trabajo. ¡Muchas Gracias!

A todos los integrantes del grupo de biología de moluscos por su apoyo, en especial al profesor Miguel Guevara y a mi querida amiga Roraysi Cortez por su valiosa ayuda.

Al personal que labora en la Estación Hidrobiológica de Turpialito, gracias por su valiosa colaboración.

A todos mis profesores por incentivar y cultivar mis conocimientos con amor.

A todas aquellas personas que estuvieron en mi camino ayudándome a superar los obstáculos para hacer realidad este sueño, mi eterno agradecimiento.

¡Dios les bendiga a todos!

Marbelis!

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Correlación entre los factores ambientales, sustratos energéticos (proteínas, lípidos y carbohidratos) analizados en el seston y tasas de crecimiento del mejillón verde <i>P. viridis</i> cultivado en condiciones de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	25
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la zona de recolección de las muestras ( localidad de Guaca, costa norte del estado Sucre) y de cultivo de los mejillones en estudio ( ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela).....	7
Figura 2. Cestas “españolas” en las que se sembraron los mejillones, mostrando barra metálica con la cual se fijó al fondo.....	8
Figura 3. Tasa de crecimiento de la longitud máxima (a) y masa seca de la concha (b) del mejillón verde <i>P. viridis</i> bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	14
Figura 4. Tasa de crecimiento de la masa seca del músculo (a) y resto de tejido somático (b) del mejillón verde <i>P. viridis</i> bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	15
Figura 5. Tasa de crecimiento de la masa seca de la gónada del mejillón verde <i>P. viridis</i> bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.....	16
Figura 6. Supervivencia del mejillón verde <i>P. viridis</i> cultivado en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	17
Figura 7. Variación mensual de la temperatura (a), la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila a (b), seston total (c) y seston orgánico (d) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	18
Figura 8. Concentración de oxígeno disuelto (a) y salinidad (b) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	19
Figura 9. Variación mensual de la masa seca de los organismos del <i>fouling</i> en la concha de <i>P. viridis</i> bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. ....	20

Figura 10. Variación mensual de la composición bioquímica del sesto, proteína (a), carbohidratos (b) y lípidos (c) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.....	22
Figura 11. Variación mensual de la composición bioquímica del seston orgánico (proteínas, carbohidratos y lípidos), en el área de cultivo, ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.....	23

## RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la supervivencia del mejillón verde *P. viridis* en condiciones de cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre-Venezuela, durante los meses de julio de 2007 y febrero de 2008. Las semillas del mejillón ( $35,81 \pm 1,41$  mm de longitud) fueron obtenidas en la localidad de Guaca (costa norte del estado Sucre) y trasladadas hasta la estación Hidrobiológica de Turpialito, en donde se sembraron en cestas “españolas” (40x8cm). Mensualmente se determinó supervivencia así como la longitud máxima de la concha, la masa seca del músculo, resto de tejidos y de la gónada. Las tasas de crecimiento de la concha, tejidos somáticos y tejido reproductivo, se obtuvieron de manera mensual. Los parámetros ambientales (temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila *a*, seston total y su fracción orgánica), en la zona de cultivo se determinaron con cada 15 días y mensualmente al seston se le realizaron cuantificaciones de proteínas, lípidos y carbohidratos. Durante todo el estudio el mejillón mantuvo un crecimiento continuo, alcanzando al final una longitud máxima de  $78,7 \pm 4,43$  mm. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la masa seca tanto de los tejidos somáticos (músculo, resto de tejido) y reproductivo, mostraron variabilidad a lo largo del estudio, produciéndose al final un incremento significativo de dichos tejidos. Las variaciones observadas en la tasa de crecimiento de la masa del tejido reproductivo, dependió de las reservas acumuladas en el mismo tejido 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  $1 \text{ mg.l}^{-1}$ , constituyendo de esta manera el principal recurso alimenticio para los mejillones. Los altos contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos observados en el seston al final del estudio, pudiera estar principalmente asociado con la surgencia costera en donde hay un gran aporte alimenticio de tipo fitoplanctónico y orgánico en la zona de cultivo. 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 en el golfo de Cariaco.

Palabras o Frases Claves: *Perna viridis*, cultivo de fondo, crecimiento

## INTRODUCCIÓN

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

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2009) la miticultura es una actividad realizada por más de cuarenta países en todo el mundo. En el año 2008 superó los seis millones seiscientos setenta mil (6 670 000) toneladas, de las cuales un 90% se obtuvo de la acuicultura y un 10% de las capturas directas del medio. El principal país cultivador de mejillón es China, con una producción que ese año superó a las 3 340 000 toneladas, seguido de España y otros países asiáticos como la India, Vietnam, Tailandia e Indonesia; en el continente Europeo, países como Italia, Francia y Holanda; mientras los principales productores en Latinoamérica son Chile, Brasil y México.

Los bivalvos del género *Perna* (Bivalvia: Mytilidae) están constituidos por tres especies: *Perna perna*, *P. viridis* y *P. canaliculus* (Sidall, 1980). Entre las quince (15) especies de mitílicos reportadas para Venezuela, se encuentran el mejillón marrón *P. perna* y el mejillón verde *P. viridis* (Sidall, 1980; Rylander *et al.*, 1996). *Perna viridis* es una especie nativa de la región del Indo-Pacífico, posee una distribución tropical que abarca desde el golfo Pérsico hasta las Filipinas y desde el este de China hasta Indonesia. Constituye una especie importante para la acuicultura en esos países, debido a que posee una serie de características ecológicas como alta

tasa de filtración, puede alcanzar elevadas tasas de crecimiento, cortos períodos reproductivos y una elevada fecundidad; sus larvas presentan una amplia capacidad de dispersión, Además de estas características, se ajusta rápidamente a las variaciones de temperatura, salinidad y alimento, lo que le permite colonizar varios ambientes marinos y estuarios (Hicks y Tunell, 1995; Morton, 1997; Pillay, 1997). Tiene un crecimiento variable y se caracteriza por ser un mejillón grande donde la talla adulta promedio en la India y áreas adyacentes, se encuentra entre los 80 y 165 mm de largo y ocasionalmente puede alcanzar hasta 300 mm (Ragopal *et al.*, 1998). Los bajos costos de producción y a su alta rentabilidad han permitido, que en el sureste de Asia sea una de las cinco especies de mejillones más cultivada comercialmente, (Chalermwat y Lutz, 1989).

En el Caribe venezolano se ha evaluado la amplia tolerancia del mejillón verde ante algunos factores ambientales como temperatura y salinidad, así como los efectos de la alimentación sobre el coeficiente ARN/ADN en condiciones controladas de laboratorio (Segnini *et al.*, 1998; Bracho, 2000; Viñoles, 2000), además se han realizado estudios en poblaciones naturales sobre la densidad y la producción secundaria, con la finalidad de establecer estrategias de explotación racional de las poblaciones en la costa norte del estado Sucre (García, 2003; Marcano *et al.*, 2002; Malavé y Prieto, 2005). Por otra parte, se ha evaluado su composición bioquímica y su comportamiento reproductivo en poblaciones naturales (Guzmán, 2004; Marcano, 2004). En cuanto a los experimentos de cultivo, se encuentran los trabajos realizados por Tejera *et al.* (2000) y Acosta *et al.* (2006, 2009). En la actualidad, el mejillón verde *P. viridis* es explotado intensamente en la costa oriental sin ejecución de políticas de administración del recurso, lo cual conducirá a que se genere un desbalance entre la extracción y el reclutamiento, por lo cual surge la necesidad de desarrollar programas de cultivos con el fin de proteger la especie y realizar la extracción de forma regulada.

En los últimos años, muchas naciones, particularmente las desarrolladas y en vías de desarrollo, han incrementado sus esfuerzos para cultivar con éxito organismos marinos (Guo *et al.*, 1999). En tal sentido, se ha establecido una variedad de técnicas para el cultivo comercial de bivalvos, las cuales consisten principalmente en cultivar los animales en una línea larga, “long line”, o en el fondo natural, encerrados en jaulas o corrales (Ventilla, 1982; MacDonald, 1986; Hardy, 1991). El éxito obtenido en estos cultivos ha creado grandes expectativas económicas en el Indo-Pacífico, Europa y América (Camerón, 1983; Cropp, 1984; Illanes, 1986; Ysla *et al.*, 1988), para varias especies de bivalvos (*Argopecten circularis*, *A. purpuratus* y *Perna perna*) y la ostra (*Crassostrea gigas*). 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), Francia (Ito, 1991) y en Nueva Zelandia (Bull, 1991) el cultivo de fondo ha sido más rentable, a pesar de las pérdidas por depredación y la dispersión de animales. De igual manera, estudios comparativos de estos dos sistemas en el Pacífico mexicano, muestran que el cultivo de *Argopecten circularis* en sistema de fondo permite un rápido crecimiento y una alta supervivencia en comparación con los cultivos en suspensión (Cáceres-Martínez *et al.*, 1987; Singh-Cabanillas, 1987; Ramírez-Filippini *et al.*, 1990).

Los estudios realizados en el golfo de Cariaco empleando diferentes métodos de cultivo (suspendido y fondo), en especies de moluscos bivalvos con potencial de cultivo en la zona, han demostrado diferentes resultados según la especie analizada. En esta localidad, los estudios realizados hasta el momento estuvieron enfocados sólo a pectínidos como la vieira *Euvola (Pecten) ziczac* (González, 1995; Veléz *et al.*, 1995; Freitas *et al.*, 1996; Hunault, 2005), *Nodipecten nodosus* (Freitas *et al.*, 2003), así como a la ostra perla *Pinctada imbricata* (Lodeiros *et al.*, 2002); encontrando

hasta el momento que de las especies analizadas, *E. ziczac* mostró un mejor crecimiento y supervivencia debido a una mejor disponibilidad de alimento en condiciones de cultivo de fondo.

Las respuestas de los organismos en el medio ambiente son complejas, por lo que deben analizarse principalmente los factores que sean o puedan hacerse limitantes para el crecimiento de los mismos. Entre los factores (exógenos) que pueden afectar el crecimiento de los bivalvos se encuentran la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, seston y disponibilidad de alimento, entre otros (Lodeiros *et al.*, 2001)

La disponibilidad de alimento es quizás, junto a la temperatura, uno de los parámetros ambientales que mayor influencia ejerce sobre el crecimiento de los bivalvos, por tal motivo, se han realizado evaluaciones cuantitativas de la cantidad y calidad del alimento disponible a los organismos filtradores en el medio ambiente (Navarro, 2001). El seston también representa un factor importante en el crecimiento de los bivalvos, ya que éste consiste de una mezcla variable y compleja de material orgánico e inorgánico suspendido; además, puede presentar una variación temporal y espacial, fluctuando con el fitoplancton, lo que representa un punto de gran importancia en los sitios de cultivos debido al gran aporte de energía en forma de carbohidratos, lípidos y proteínas (Jordán, 1997). Variaciones en la concentración de estos sólidos suspendidos pueden afectar de manera positiva o negativa procesos fisiológicos, tales como: tasa de filtración, consumo de oxígeno y crecimiento (Shin *et al.*, 2002)

En un estudio preliminar (Acosta *et al.*, 2006, 2009) evaluó la influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento de *P. perna* y *P. viridis*, ambos bajo condiciones de cultivo suspendido en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, en el estado Sucre, Venezuela, encontrándose diferencia de *P. perna* que en *P. viridis*, la producción de sus tejidos fue muy baja y con lento crecimiento, lo que indicó poca

factibilidad del cultivo suspendido de *P. viridis* en el golfo de cariacó probablemente debido a una limitada disponibilidad de alimento, sugiriendo estudios de cultivos de fondo para *P. viridis* como alternativa de cultivo en el golfo de cariacó. Este presente estudio se evaluó el crecimiento del mejillón *P. viridis* en cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, estimando la influencia de los factores ambientales (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, seston: total y orgánico y clorofila *a*), en la zona de cultivo de *P. viridis*.

## METODOLOGÍA

Las “semillas” de *P. viridis* fueron obtenidas 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''O). Posteriormente se trasladaron en contenedores isotérmicos hasta la zona del cultivo experimental, situada en la zona costera aledaña a la Estación Hidrobiológica de Turpialito, adscrita al Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre (EHT-IOV-UDO), ubicada a 10°26'5''N y 64°02'56''O en la costa sur del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela (Fig. 1). Esta zona se caracteriza por cambios hidrológicos debido a la surgencia costera relativamente estacional que se produce en la región nororiental de Venezuela. Es poco influenciada por aportes de agua dulce, a excepción del período de lluvia que acontece anualmente; en donde la evaporación es superior a la precipitación (Okuda *et al.*, 1978; Ferráz- Reyes, 1987; Lodeiros y Himmelman, 1999).

El bioensayo fue desarrollado dentro de la ensenada de Turpialito, a una profundidad de 5 m aproximadamente, caracterizada por presentar un fondo fangoso, con parches de *Thalassia testudinum*, estando la línea de la costa está bordeada de mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

### EXPERIENCIA DE CULTIVO

El estudio se realizó durante un período de 8 meses (julio de 2007 hasta febrero de 2008), utilizando 750 ejemplares, los cuales fueron seleccionados en tallas homogéneas (35,81±1,41mm 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), 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 y colocadas a una profundidad de cinco metros aproximadamente (Fig. 2).

Previo a la colocación de las cestas, se seleccionaron al azar 30 ejemplares, los cuales fueron llevados al Laboratorio de Acuicultura, de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, para realizar los análisis merísticos correspondientes. Para estimar el crecimiento, mensualmente se retiraron de la zona de cultivo 3 réplicas; a cuyos organismo se les determinó la longitud de la concha en su axis, dorso-ventral, utilizando un vernier digital, Mitutoyo ( $\pm 0,01m$  de apreciación). Posteriormente, se procedió a separar los tejidos (músculo, gónadas y resto de tejidos) y del *fouling*, para obtener su masa seca, así como de la concha, mediante deshidratación a  $60^{\circ}C/48h$ . La supervivencia se estimó mediante el recuento mensual de los ejemplares vivos en cada réplica.

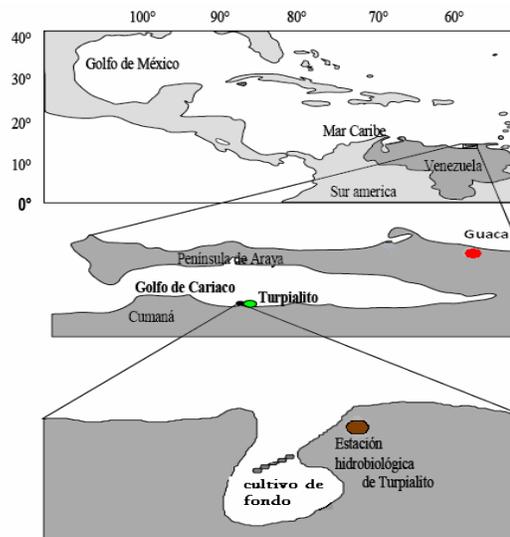


Figura 1. Mapa de la zona de recolección de las muestras (● localidad de Guaca, costa norte del estado Sucre) y de cultivo de los mejillones en estudio (● ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela).

Las tasas de crecimiento de la longitud máxima, masa seca de la concha, tejidos somáticos y tejido reproductivo se calcularon según la siguiente fórmula:

$$(Tc) = (t_2 - t_1 / T) \times 365 \text{ días del año}$$

$t_1$  = mes 1

$t_2$  = mes 2

T = días transcurrido entre meses



Figura 2. Cestas “españolas” en las que se sembraron los mejillones, mostrando barra metálica con la cual se fijó al fondo.

## **PARÁMETROS AMBIENTALES**

A fin de determinar la variación de los factores ambientales, se tomaron muestras quincenales de agua a unos 20-30 cm del fondo donde se encontraba ubicada la cesta, con una botella Niskin de 2 l, a través de la activación del cierre de la botella por un mensajero. Dichas muestras se tomaron manualmente, mediante buceo libre, teniendo el mayor cuidado de no interferir con el medio.

De las muestras de agua obtenidas con la botella de Niskin, se obtuvieron alícuotas (1000 ml) Estas fueron filtradas previamente con una malla de 153  $\mu\text{m}$  de poro con el fin de eliminar el macroplancton, para estimar los niveles de oxígeno disuelto mediante el método de Winkler, la salinidad con un refractómetro de 1 UPS de apreciación, 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  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro), utilizando un equipo de filtración al vacío Millipore. Para el análisis de 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 y 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 24 h 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 30 min.

## **COMPONENTES BIOQUÍMICOS DEL SESTON**

### **Proteínas totales**

Las proteínas totales se determinaron según el método de Lowry (Lowry *et al.*, 1951) modificado por Herbert *et al.* (1971). Para estos análisis, las muestras de seston previamente conservadas, se hidrolizaron con 5 ml de NaOH 0,1 mol/l durante 60 min a una temperatura de 95 a 100°C; luego, la muestra se mantuvo a temperatura ambiente, clarificándose por centrifugación a 3 000 rpm durante 15 min. A continuación, se transfirió, por triplicado, un volumen de 250  $\mu\text{l}$  del sobrenadante a tubos de ensayo, en los que se le adicionaron 750  $\mu\text{l}$  de NaOH 0,1 mol/l. Tanto a la curva patrón, como al blanco (1 000  $\mu\text{l}$  de NaOH 0,1 mol/l) y a las

muestras de seston hidrolizadas, se les adicionó 1 ml de solución C (49 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 2% m/V en NaOH 0,1 mol/l +1 ml de solución de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  al 0,5% m/V + 1 ml de tartrato de potasio al 1% m/V).

Estas muestras se dejaron durante 10 min en reposo a temperatura ambiente, para luego agregarles 100  $\mu\text{l}$  de una mezcla 50:50 V/V de reactivo de Fenol Folin Ciocalteau (Sigma) con agua destilada. Después se mantuvieron a temperatura ambiente durante 30 min y, se leyeron las absorbancias en un espectrofotómetro (Jenway 6405) a una longitud de onda de 750 nm, utilizando cubetas de 3 ml de capacidad (Standard Ltd.) contra el blanco. Para la cuantificación de las proteínas, se usó como estándar una solución de sueroalbúmina bovina (BSA) de 1 mg/ml, a partir de la cual se obtuvo la curva patrón. Los valores de proteínas en las muestras problemas se calcularon por interpolación utilizando dicha curva. El contenido de proteínas totales se expresó en  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , correspondiendo al promedio de todas las réplicas de seston.

### **Carbohidratos totales**

Las cuantificación de los carbohidratos totales se realizó según el método descrito por Dubois *et al.* (1956), para ello tanto el filtro como el seston retenido fueron resuspendidos en 5 ml de NaOH 1mol/l; y colocados en baño de María a 100°C/1 h. Luego éstos fueron sometidos a un proceso de centrifugación a 4 000 rpm/15 min. De este extracto, se tomaron 0,5 ml por triplicado, posteriormente se añadió 0,5 ml de NaOH 1 mol/l. Paralelamente, se realizó la preparación del blanco con 1 ml de NaOH 1mol/l, y de la curva patrón de glucosa; para esta se distribuyó en tubos volúmenes de 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1 ml de una solución de glucosa anhidra de 1 mg/ml en NaOH 1mol/l, para posteriormente enrazar los tubos hasta un volumen de 1 ml con NaOH 1mol/l. Luego a cada uno de los tubos (tanto la muestra como la curva patrón), se les añadió 1 ml de fenol al 80%, se mezclaron y seguidamente se les

adicionó 5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , luego de agitar y se sometieron nuevamente a un baño de María ( $100^\circ\text{C}/15$  min), posteriormente se enfriaron en baño de hielo y fueron centrifugados nuevamente ( $4\ 000$  rpm/ $15$  min) para realizar las lecturas de absorbancia a una longitud de onda de  $490$  nm.

Los valores de absorbancia de la glucosa estándar fueron empleados para elaborar la curva patrón mediante un ajuste lineal por mínimos cuadrados y los valores de carbohidratos en las muestras problemas se calcularon mediante interpolación de la curva. El contenido de carbohidratos totales se expreso en  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  correspondiendo al promedio de todas las réplicas.

### **Lípidos totales**

Para la determinación de los lípidos totales se realizó un ensayo cuantitativo basado en la carbonización de las muestras de seston (Marsh y Weinstein, 1966), mientras que la extracción se realizó con la metodología descrita por Bligh y Dyer (1959), para lo cual las muestras de seston fueron resuspendidas en 3 ml de  $\text{CHCl}_3:\text{CH}_3\text{OH}$  (1:2 V/V), se homogenizaron para facilitar la extracción y se dejaron en reposo durante 24 horas a  $4^\circ\text{C}$ . Posteriormente, se centrifugaron por 10 min a  $3\ 000$  rpm y el sobrenadante de cada muestra se pasó a un tubo limpio, donde se le adicionó 2 ml de agua destilada. Seguidamente, se agitó en un vortex hasta obtener un solución homogénea y densa, que se centrifugó a  $3\ 000$  rpm/  $5$  min, para facilitar la separación de las dos fases. La fase polar se descartó y la apolar fue colocada en un tubo limpio, y se le adicionaron 0,5 ml de acetona de alta pureza. El extracto lipídico se sometió a desecación mediante la evaporación del  $\text{CHCl}_3$  en una estufa a  $37^\circ\text{C}$  y luego se resuspendió nuevamente en 1 ml de  $\text{CHCl}_3$ , para luego repartir, por triplicado, alícuotas de  $100\ \mu\text{l}$  en tubos con tapa de rosca. Paralelamente, se preparó una solución de tripalmitina en  $\text{CHCl}_3$  ( $0,03$ – $0,27$  mg/ml) para ser utilizada como patrón. Una vez que el solvente de las muestras de seston, curva patrón y blanco

(CHCl<sub>3</sub>) se evaporó a 37°C, las muestras se dejaron enfriar para añadirles seguidamente 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Luego, los tubos se colocaron a 200°C durante 15 min, para la carbonización del extracto lipídico. A continuación, los tubos se dejaron a temperatura ambiente durante unos 20 s e inmediatamente se dispusieron a 4°C durante 5 min. Posteriormente, se les añadió 3 ml de agua destilada a cada tubo, mezclándose bien para colocarlos nuevamente a 4°C. Una vez fríos, se mantuvieron a temperatura ambiente durante unos 10 min hasta que desaparecieron todas las burbujas, para leer la absorbancia de las muestras a 375 nm en un espectrofotómetro (marca Jenway 6405)..

Los valores de la absorbancia de tripalmitina sirvieron para la elaboración de la curva patrón, mediante un ajuste lineal por mínimos cuadrados, y los valores de lípidos en las muestras problemas se calcularon por interpolación utilizando dicha curva. El contenido de lípidos totales se expresó en  $\mu\text{g.l}^{-1}$  y correspondió al promedio de todas las réplicas.

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.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Con la finalidad de determinar si existían diferencias mensuales en la tasa de crecimiento de la longitud ( $\text{mm.días}^{-1}$ ), masa seca de la concha y los tejidos (músculo, gónadas y resto de tejido), y en los factores ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, biomasa fitoplanctónica, seston y *fouling*), se aplicó un ANOVA I, tomando como factor los meses, a 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 determinar si existe asociación entre los factores ambientales, sustratos energéticos del seston (proteínas, lípidos y carbohidratos) y las tasas de crecimiento del mejillón verde *P. viridis*.

## RESULTADOS

### TASA DE CRECIMIENTO DE LA CONCHA

La tasa de crecimiento de la concha en *Perna viridis* bajo condiciones de cultivo de fondo mostró incrementos significativos ( $P < 0,05$ ), alcanzando al final del estudio una tasa de  $119,32 \text{ mm/días}^{-1}$  de la cual se traduce en una talla comercial de  $78,92 \pm 2,43 \text{ mm}$  (Fig. 3a). Con respecto a la tasa de crecimiento de la masa seca de la concha, mostro variabilidades a lo largo del todo período experimental, alcanzando al final del estudio un valor de  $14,54 \pm 1,38 \text{ g.días}^{-1}$  (Fig. 3b).

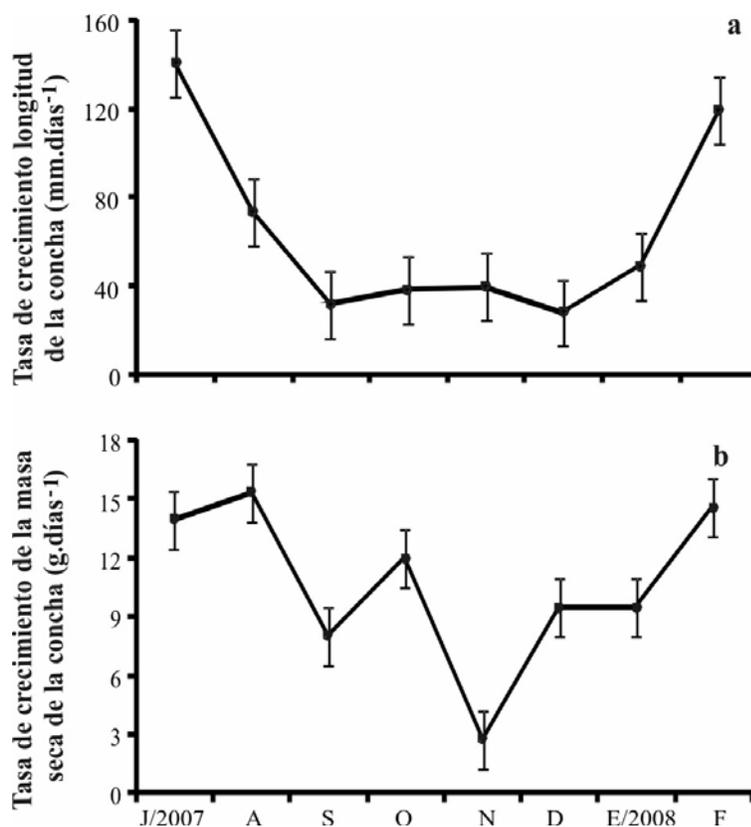


Figura 3. Tasa de crecimiento de la longitud máxima (a) y masa seca de la concha (b) del mejillón verde *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## TASA DE CRECIMIENTO DEL TEJIDO SOMÁTICO

Los tejidos somáticos conformados por el músculo (Fig. 4a) y el resto del tejido (Fig. 4b), mostraron la misma tendencia de crecimiento sin diferencias significativas (ANOVA I,  $P > 0,05$ ) entre julio-septiembre de 2007. Posteriormente, se produjeron una serie de fluctuaciones en ambos tejidos que se mantuvieron hasta el final del estudio (febrero de 2008). En el mes de febrero de 2008 se registro un incremento significativo de la masa muscular (ANOVA I,  $F = 30,42$ ;  $P < 0,05$ ), y del resto de los tejidos somático (ANOVA I,  $F = 9,30$ ;  $P < 0,05$ ), con respecto a los otros meses experimentales.

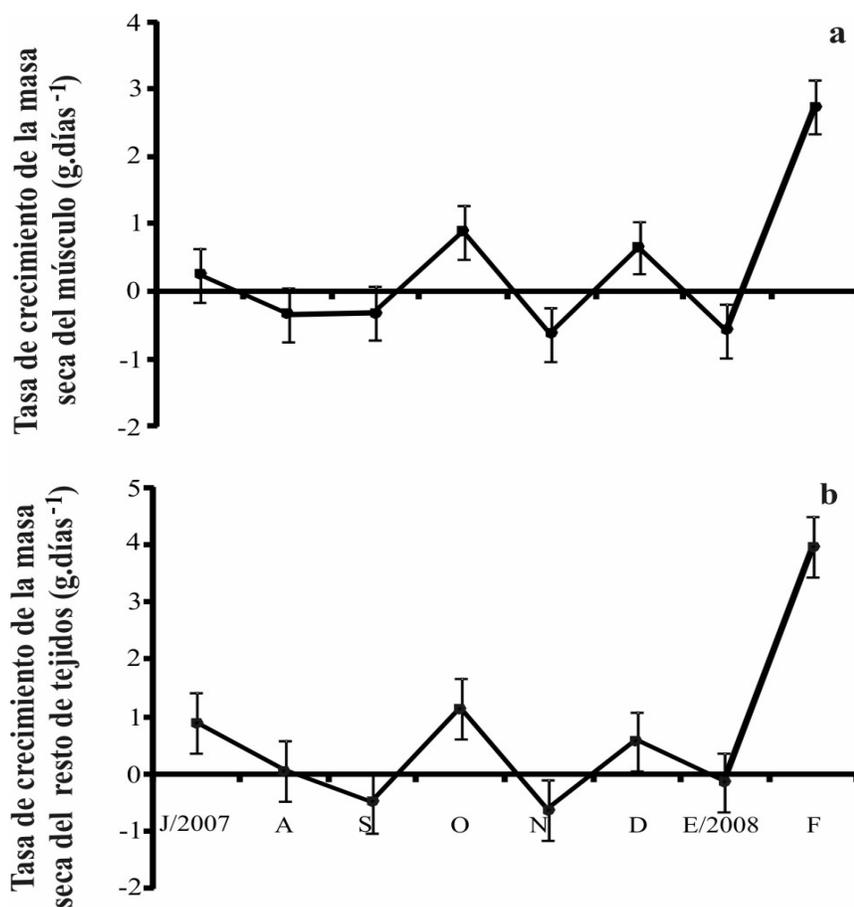


Figura 4. Tasa de crecimiento de la masa seca del músculo (a) y resto de tejido somático (b) del mejillón verde *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## TASA DE CRECIMIENTO DEL TEJIDO GONÁDICO

En el primer mes del experimento, el tejido reproductivo de *P. viridis* mostró una tasa de crecimiento significativo (ANOVA I,  $F_s=15,11$ ;  $P<0,05$ ) alcanzando una tasa de  $0,28 \text{ g.días}^{-1}$ , para luego disminuir significativamente en agosto y septiembre de 2007 (Fig. 5), sugiriendo el primer desove de la población experimental. A partir de octubre y hasta el final del estudio, la tasa de crecimiento de la masa seca de la gónada mostró variaciones significativas (ANOVA I,  $F_s=15,11$ ;  $P<0,05$ ), con aumentos y descensos, alcanzando sus máximos períodos de madurez en diciembre de 2007 ( $0,76\pm 0,006 \text{ g.días}^{-1}$ ) y febrero de 2008 ( $0,69\pm 0,008 \text{ g.días}^{-1}$ ).

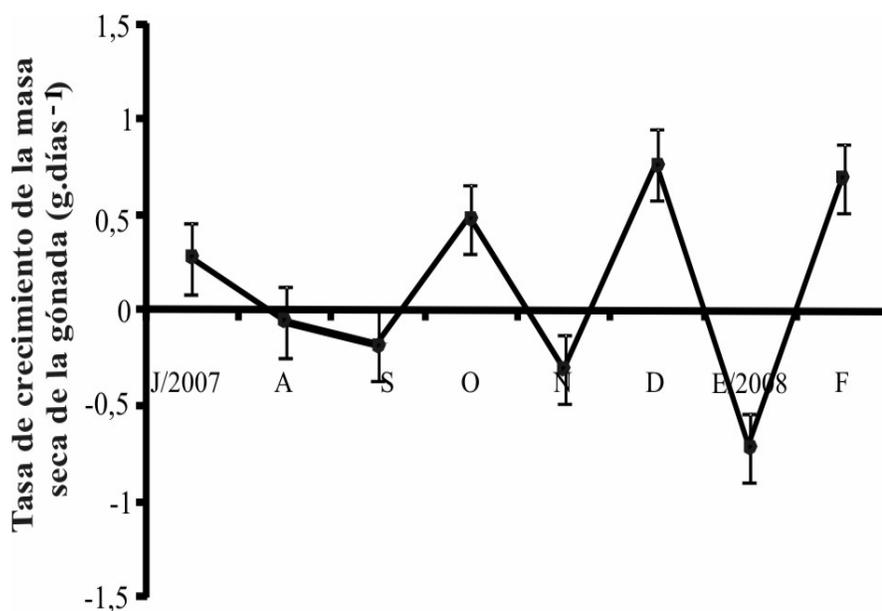


Figura 5. Tasa de crecimiento de la masa seca de la gónada del mejillón verde *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## 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 por encima del 70%, sugiriendo una baja mortalidad durante el período experimental (15%).

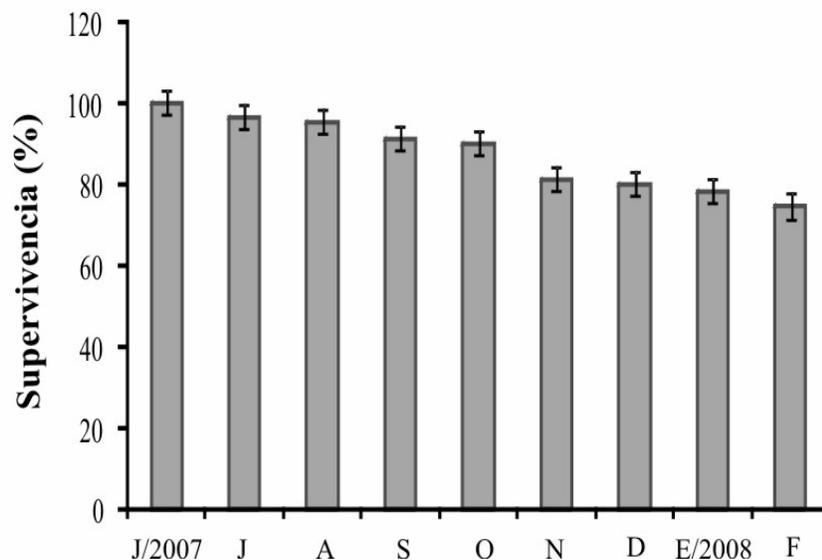


Figura 6. Supervivencia del mejillón verde *P. viridis* cultivado en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## PARÁMETROS AMBIENTALES

Durante el período experimental la temperatura osciló entre 22°C y 32°C, presentando diferencias significativas (ANOVA I,  $F_s=14,64$ ;  $P<0,05$ ). 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. 7a). La biomasa fitoplanctónica, estimada por clorofila *a*, mostró un patrón de variación inverso al de la temperatura (Fig. 7b). Entre los meses de junio hasta mediados de noviembre de 2007, los valores estuvieron por debajo de 1  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , 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 (ANOVA I  $F_s=40,89$ ;  $P<0,05$ ), alcanzando los 2  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , con valores bajos de temperatura (22-23°C).

El seston total mostró un comportamiento similar a la clorofila *a* (Fig. 7c), con valores superiores a 4 mg.l<sup>-1</sup> entre julio y octubre 2007, para descender en noviembre (2 mg.l<sup>-1</sup>), luego en diciembre de 2007, incrementó significativamente (ANOVA I, Fs=17,05; P<0,05). Este incremento se mantuvo hasta el final de la experiencia. (>6 mg.l<sup>-1</sup>). El seston orgánico 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 (6,09 mg.l<sup>-1</sup> y 8,24 mg.l<sup>-1</sup>), se observó un incremento significativo (ANOVA I, Fs=11,99; P<0,05), mientras que los valores menores se presentaron entre julio y noviembre 2007 (2,45 a 4,37 mg.l<sup>-1</sup>).

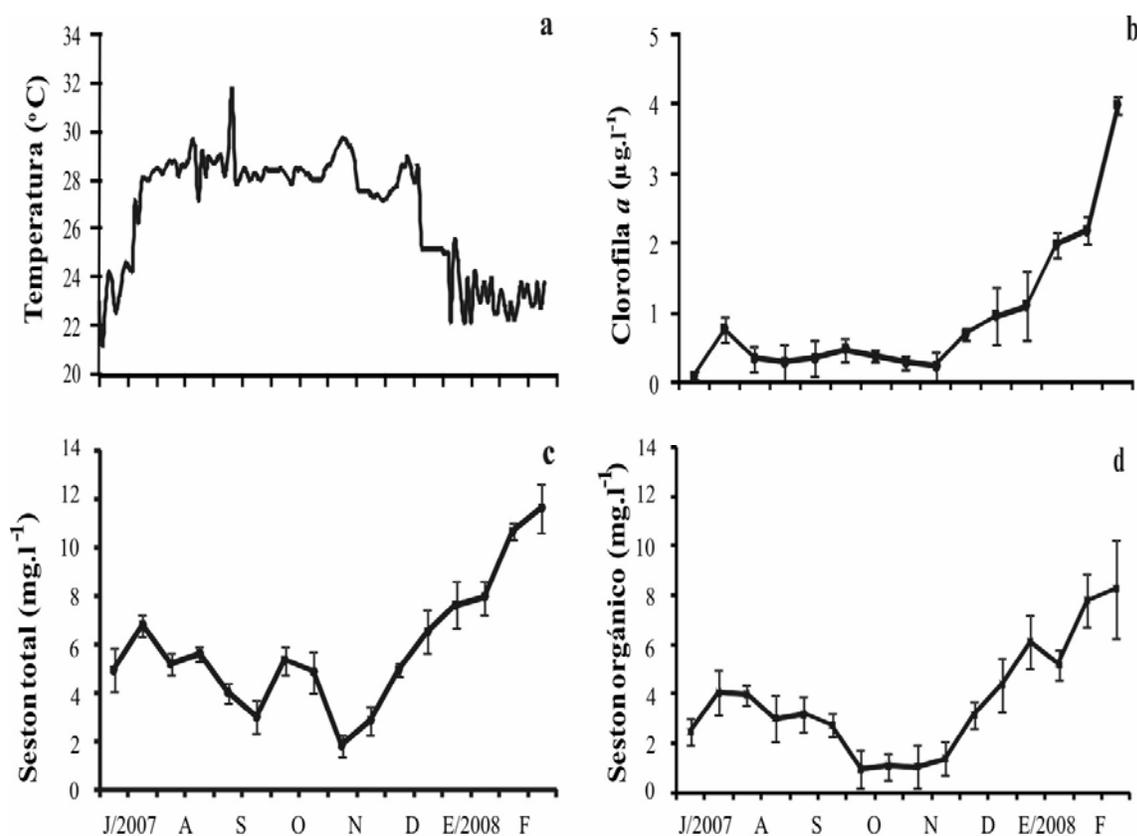


Figura 7. Variación mensual de la temperatura (a), la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila *a* (b), seston total (c) y seston orgánico (d) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## Oxígeno disuelto y salinidad

La concentración de oxígeno disuelto del agua (Fig. 8a), no presentó grandes fluctuaciones, por lo general se mantuvo en concentraciones superiores a los  $4 \text{ mg.ml}^{-1}$ , a excepción de los meses de septiembre, octubre y noviembre 2007, en 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 (ANOVA I,  $F_s=6,38$ ;  $P<0,05$ ) y alcanzando valores mayores de  $6 \text{ mg.ml}^{-1}$ . La salinidad no mostró variaciones significativas (ANOVA I,  $F_s=1,74$ ;  $P>0,05$ ) entre meses (4 UPS), manteniéndose entre 36 y 39 UPS (Fig. 8b).

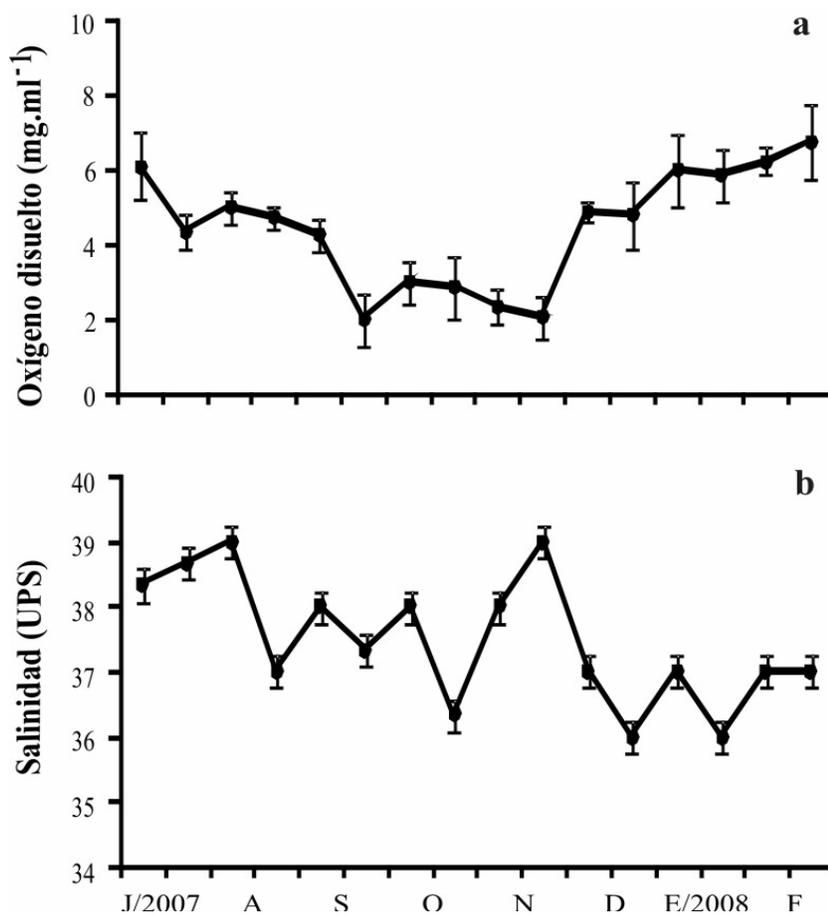


Figura 8. Concentración de oxígeno disuelto (a) y salinidad (b) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## Fouling

Durante el primer mes del experimento no se observó la existencia de organismos incrustantes en las conchas (Fig. 9). Sin embargo, a partir del mes de agosto se produjo un incremento significativo (ANOVA I,  $F_s=3,90$ ;  $P<0,05$ ) 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 ( $0,25\pm 0,05$  g), seguido de un incremento de la masa seca de estos organismos hasta el mes de febrero de 2008 ( $0,62\pm 0,04$  g).

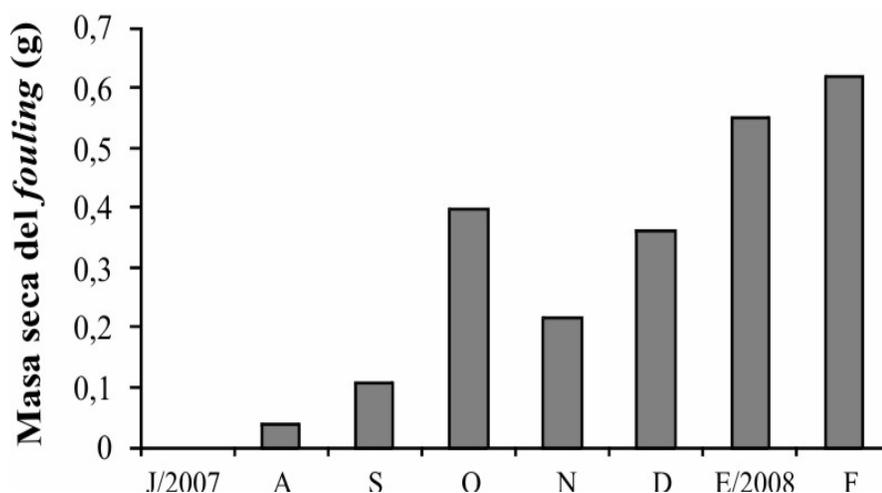


Figura 9. Variación mensual de la masa seca de los organismos del *fouling* en la concha de *P. viridis* bajo cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

## COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE SESTON

Se presentan los resultados de la composición bioquímica a partir del mes de agosto de 2007, excluyéndose los correspondientes al mes de julio del mismo año, motivado a la pérdida de las muestras por contaminación de estas durante su conservación.

### **Proteínas totales**

El contenido de proteínas del seston mostró una disminución progresiva, partiendo de un valor inicial de 978  $\mu\text{g.l}^{-1}$  en el mes de agosto de 2007 hasta descender a un valor de 480  $\mu\text{g.l}^{-1}$  en el mes de noviembre de 2007 (Fig. 10a); luego se observó un incremento significativo ( $F=2,22$ ;  $P<0,05$ ), que se mantuvo hasta el final del experimento con un valor de 1 387  $\mu\text{g.l}^{-1}$  en el mes de febrero de 2008.

### **Carbohidratos totales**

Durante los cuatros primeros meses (agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2007); el contenido de carbohidratos no mostró cambios significativos ( $P>0,05$ ), partiendo de un valor inicial de 129  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , para luego en el mes de enero de 2008 presentar un incremento significativo (ANOVA I,  $F_s=8,79$ ;  $P<0,05$ ), alcanzando así su máximo registro (1 532  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ). Posteriormente se produjo una brusca disminución al final del experimento de 804  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Fig. 10b).

### **Lípidos totales**

El contenido de lípidos en el seston mostró un comportamiento similar al contenido de proteínas durante el período de estudio (Fig. 10c), observándose una disminución progresiva de un valor inicial de 1 200  $\mu\text{g.l}^{-1}$  en el mes de agosto de 2007, seguido con un descenso hasta el mes de noviembre de 2007 (604  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ). A partir del mes de diciembre de 2007 se observó un incremento significativo (ANOVA I,  $F_s=2,20$ ;  $P<0,05$ ), el cual se mantuvo hasta alcanzar valor máximo de 1 541  $\mu\text{g.l}^{-1}$  al final del estudio.

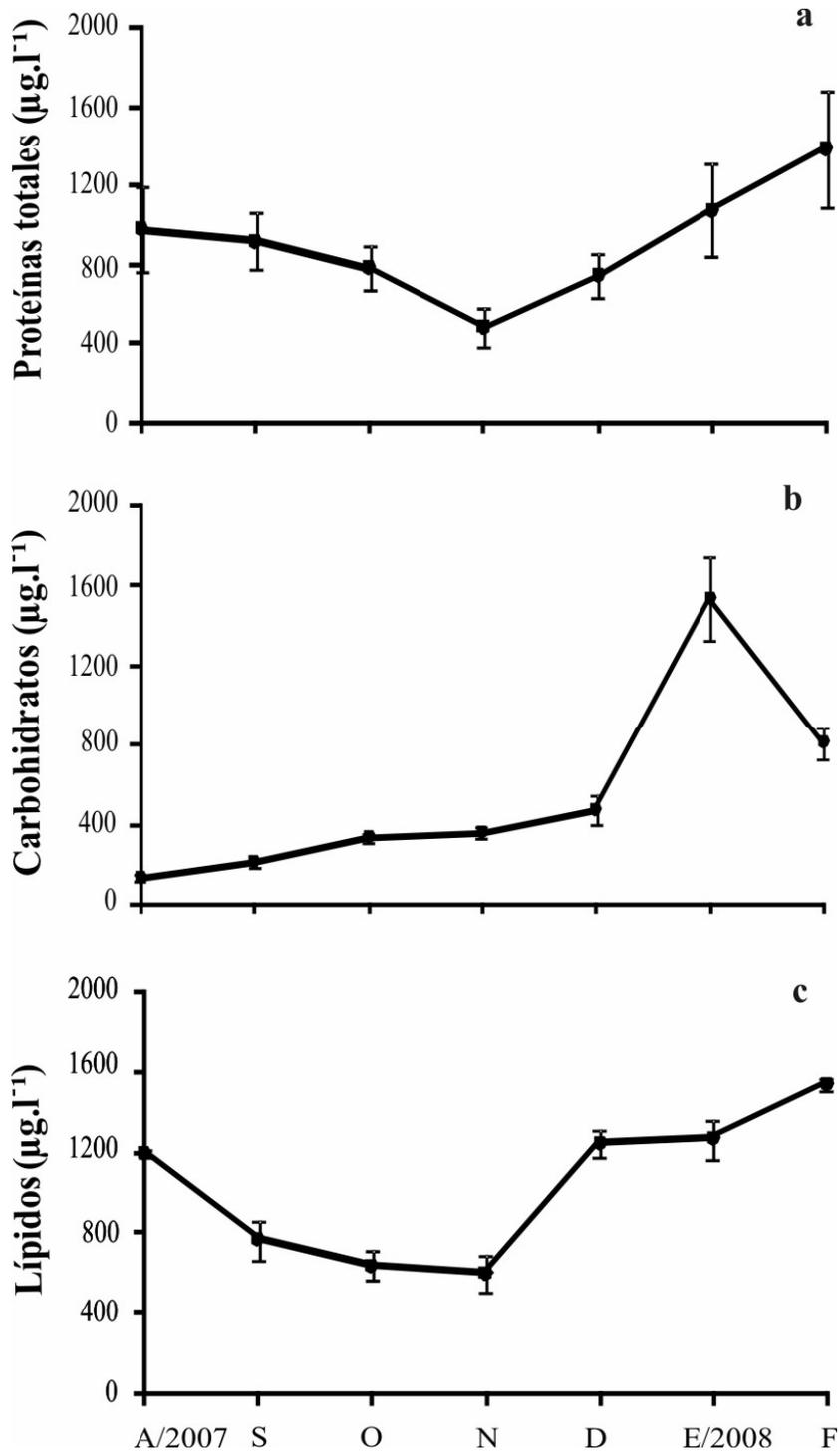


Figura 10. Variación mensual de la composición bioquímica del sesto, proteína (a), carbohidratos (b) y lípidos (c) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

### Variación mensual porcentual de la composición bioquímica del seston (proteínas, carbohidratos y lípidos), en relación al seston orgánico

La variación mensual porcentual de las proteínas, carbohidratos y lípidos en relación al seston orgánico fue mayor en octubre de 2007 (86%), y en el mes de noviembre de 2007 (59,15%), mientras que el porcentaje más bajo se presentó en febrero de 2008 (23,29%). (Fig. 11).

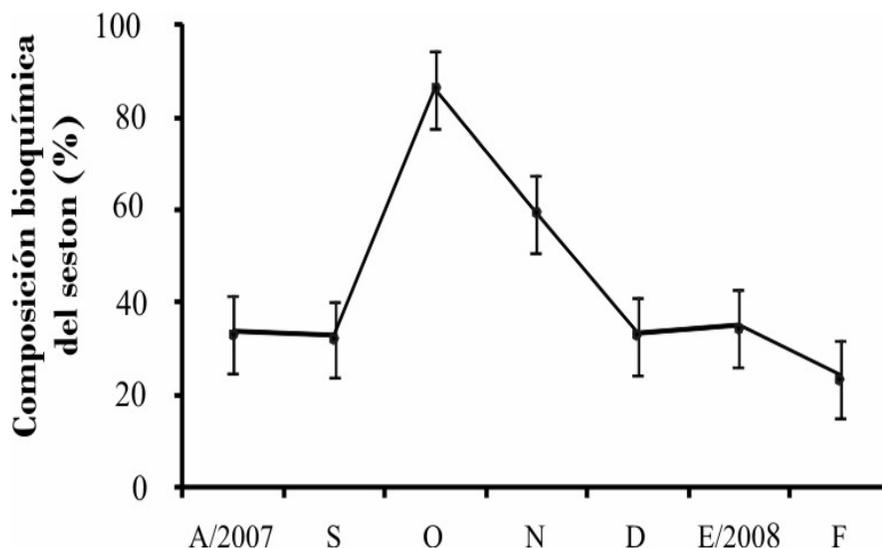


Figura 11. Variación mensual de la composición bioquímica del seston orgánico (proteínas, carbohidratos y lípidos), en el área de cultivo, ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela

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

La correlación 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 (Tab.1).

Los parámetros ambientales analizados mostraron entre sí 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* - musculo 0,50; clorofila *a* - resto de tejidos 0,52; seston total - resto de tejidos 0,50; seston orgánico - musculo 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 - musculo 0,65; proteína - resto de tejidos 0,72; proteína - gónadas 0,63; proteína - concha 0,69; lípidos - longitud 0,68; lípidos - musculo 0,55; lípidos - resto de tejidos 0,60; lípidos - 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 musculo 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; musculo - resto de tejidos 0,99; musculo

- gónadas 0,99; musculo - masa seca de la concha 0,50; resto de tejidos - gónadas 0,98; resto de tejidos - masa seca de la concha 0,56).

Tabla 1. Correlación entre los 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.

	Temp	Clor <i>a</i>	Sest total	Sest org.	Salinidad	Oxig.	Proteinas	Lípidos	Carboh.	talla	Músculo	Rest. Tej	Gónadas	M. concha
Temp	1													
Clor <i>a</i>	-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								
Proteinas	-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						
Carbohi.	-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

Significativo:  $r > 0,05$

## DISCUSIÓN

El crecimiento de *P. viridis* en cultivo de fondo mostró incrementos progresivos en la longitud de la concha, alcanzando en 8 meses de cultivo una talla comercial de 78 mm, lo cual supone un incremento del 45%, acompañado con una alta producción de biomasa (tejido somático y tejido reproductivo); lo que sugiere un alto rendimiento de la especie en condiciones de cultivo de fondo. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Acosta *et al.* (2009) para la misma zona de estudio, en donde, bajo condiciones de cultivo suspendido *P. viridis* mostró un menor crecimiento con baja producción de tejidos.

Se ha demostrado que los ambientes de cultivo (suspendido y fondo) ofrecen diferencias en cuanto al tipo de alimento biodisponible, constituyendo un factor determinante sobre el crecimiento que puede tener una especie en un momento determinado. En este sentido, se ha reportado que para especies de bivalvos, como por ejemplo *Euvola ziczac*, el cultivo de fondo constituye una alternativa ya que alcanza un mayor crecimiento, debido a que es una especie adaptada al alimento rico en material orgánico (Veléz *et al.*, 1995).

El lento crecimiento y el bajo rendimiento en condiciones de cultivo suspendido reportado por Acosta *et al.* (2009) para *P. viridis* fue atribuido posiblemente a la baja tasa de filtración del alimento disponible en la columna de agua, siendo el alimento el factor determinante para el crecimiento de esta especie. Estos resultados soportan la hipótesis establecida por Acosta *et al.* (2009) de una mejor adaptabilidad de *P. viridis* al cultivo de fondo, debido a una mayor eficiencia en la incorporación energética del alimento, constituido principalmente por seston orgánico.

Los incrementos observados tanto en los tejidos somáticos y reproductivo en el mes de octubre fueron atribuidos a la calidad del alimento presente en el medio, por las altas concentraciones de proteínas, lípidos y carbohidratos y no a la cantidad de alimento. En cuanto los aumentos observados en diciembre de 2007 y febrero de 2008, estos sin embargo, estuvieron asociados al gran aporte alimenticio de tipo orgánico y fitoplanctónico que se origina durante la surgencia costera.

Lo antes señalado explica el porqué *P. viridis* mostró unas tasas de crecimiento de los tejidos somáticos y tejido reproductivo de manera simultánea, sugiriendo una mejor 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 al mismo tiempo los procesos de crecimiento y reproducción, a pesar de los aumentos de temperatura y salinidad, los cuales inclusive no afectaron negativamente 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 tanto en *E. ziczac* en la zona de estudio (Bonmatí, 1994; Lodeiros y Himmelman, 1994; Veléz *et al.*, 1995) y en otros bivalvos marinos (Bernard, 1983; Griffiths y Griffiths, 1987; Bricelj y Shumway, 1991; Thompson y MacDonald, 1991; Bayne y Newell, 1993; Acosta, 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 el 23 y el 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 presentan 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 en el medio.

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 de 2007 y febrero de 2008), asociados posiblemente con la acumulación de nutrientes, provenientes de la surgencia costera, que se inicia 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 como 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 de que no hubo 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 períodos 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 y Richardson, 1999).

Acosta *et al.* (2009) señalan que la temperatura es un factor determinante en la reproducción de *P. viridis* bajo cultivo suspendido, afectando y suprimiendo la formación de gónadas y posiblemente limitando la transferencias de sustratos energéticos del tejido somático al reproductivo, todo esto cuando el alimento fue limitado. Sin embargo, en este estudio, se observó que el crecimiento de los tejidos somáticos y reproductivos no fueron afectados 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. Se ha demostrado que la temperatura afecta la tasa metabólica de los organismos, considerándose como el factor más importante para la regulación de procesos fisiológicos como, el almacenamiento y utilización de sustratos energéticos, la actividad metabólica y reproductiva de los organismos acuáticos (Bernard, 1983; Griffiths y Griffiths, 1987; Hofmann y Bochenek, 2001).

La concentración de oxígeno disuelto y salinidad, a diferencia de la temperatura y la disponibilidad de alimento, mantuvieron poca variación (5,5 y 7,0 mg.l<sup>-1</sup> y 36 y 38

UPS, respectivamente). Estas concentraciones se encuentran dentro del rango fisiológico a través del cual los moluscos bivalvos realizan sus actividades normales (Griffiths y 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 *Perna viridis* presenta tres períodos de desoves parciales, sugiriendo reproducción continua, lo cual coincide 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). La disminución de la biomasa de las gónadas que presentó *P. viridis* entre septiembre y noviembre de 2007 y enero de 2008 indica desoves, en dichos meses coincidiendo esta actividad, con lo reportado por Malavé y Prieto (2005) en poblaciones naturales, sin embargo, en condiciones de cultivo suspendido en la ensenada de Turpialito, las masas de las gónadas de *P. viridis* mostraron poco desarrollo reproductivo, debido a la escasa disponibilidad de alimento (Acosta *et al.*, 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 cesta, 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 y Himmelman, 1996). En el presente estudio, la incidencia de este factor fue muy baja ( $0,76 \pm 0,8$  g) 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, 1790), 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 *Perna viridis*, ya que sus incrementos en talla y biomasa sugieren una mejor adaptación fisiológica para asimilar eficientemente los recursos alimenticios constituidos por material detritívoro y materia orgánica, lo que sugiere que los sistemas de manglares constituyen ambientes adecuados para el cultivo en fondo de *P. viridis*, específicamente en el golfo de Cariaco.

## CONCLUSIONES

*Perna viridis*, en cultivo de fondo, presentó un crecimiento progresivo tanto en longitud como en la biomasa de la concha, alcanzando una talla comercial de 78 mm en 8 meses de cultivo, acompañada con una alta producción en los tejidos blandos (tejido somático y reproductivo).

La ensenada de Turpialito posee una oferta alimentaria natural muy relacionada con el seston esto permite inferir, el porque es un ambiente adecuado para el cultivo, lo cual fue de buena calidad debido a los valores de proteínas, lípidos y carbohidratos cuantificados durante el período experimental. Esto permite explicar rendimiento de *P. viridis* en condiciones de cultivo de fondo en dicho ambiente.

Los niveles de seston orgánico se mantuvieron independientes de la temperatura y de la concentración de clorofila *a*.

Este estudio permite considerar el desarrollo alternativo del cultivo de fondo de *Perna viridis* en el golfo de Cariaco, específicamente en zonas aledañas a los manglares, las cuales se caracterizan, por presentar un alto contenido de material orgánico en los sedimentos, por lo que se pueden considerar un ambientes adecuados para el desarrollo del cultivo de esta especie.

## RECOMENDACIONES

Realizar cultivos de fondo del mejillón verde *P. viridis*, a escala piloto (cultivo artesanales), para observar si hay influencia en el crecimiento y la supervivencia de los mejillones específicamente en zonas de alto contenido orgánico en los sedimentos

Se recomienda realizar un estudio más detallado sobre el alimento (seston y clorofila *a*), así como de la calidad del mismo tanto en la columna de agua como en el sedimento de las posibles zonas de cultivos; para determinar su influencia sobre el crecimiento y la reproducción de *P. viridis*.

Realizar bioensayos experimentales de cultivos utilizando al crustáceo decápodo *Mithrax hispidus*, como un biocontrol, ya que este crustáceo no mostró un efecto de depredador, lo que ayudó “controlar” la presencia del *fouling* en el estudio.

Se recomienda aplicar otras técnicas de cultivo como el uso de jaulas o corrales, en aguas someras, donde el mejillón verde pudiera aprovechar el alimento concentrado en el fondo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, V.; Lodeiros, C.; Prieto, A.; Glem, M. y Natera, Y. 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 Trop.*, 27 (3): 315-328.
- Acosta, V.; Prieto, A. y Lodeiros, C. 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. *Zootecnia Trop.*, 24 (2): 177-192.
- Bayne, B. y Newell, R. 1993. Physiological energetic of marine mollusks. En: *The Mollusca. Physiology*. Saleuddin, A. S. y Wilbur K. M. (eds). Academic Press. New York: Part. I. Vol. 4. Págs. 407-515.
- Bernard, F. 1983. Physiology and the mariculture of some north-eastern Pacific bivalve molluscs. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 63: 24.
- Bligh, E. y Dyer, W. 1959. A rapid method of lipid total extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Bonmatti, A. 1994. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de tres tallas de la vieira tropical *Euvola (Pecten) ziczac* (Linné, 1758), bajo condiciones de cultivo suspendido, en el Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Bracho, M. 2000. Efecto de la alimentación sobre el crecimiento instantáneo del mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) medido por la relación ARN/ADN. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Bricelj, V. y Shumway, S. 1991. Physiology: energy acquisition and utilization. *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Shumway, S. E. (ed). Elsevier, New York. Vol. 21. Págs. 305-346.
- Bull, M. 1991. Developments in aquaculture and fisheries science. *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. New Zealand. Shumway, S. E. (ed). Elsevier. Amsterdam. Netherland. Págs. 853-860.

- Cáceres-Martínez, C.; Ramírez-Filippini, D. y Chávez-Villalba, J. 1987. Cultivo en parques de la almeja catarina (*Argopecten circularis*). *Rev. Latinoamer. Acuicult.*, 34: 26-32.
- Cameron, M. 1983. The economic of scallop. *Farming Cath.*, 10 (12): 20.
- Chalermwat, K. y Lutz, R. 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.; Gilles, K.; Halmilton, J.; Rebers, P. y Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28: 350-356.
- FAO. 2004. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. Rome, Italy, 153.
- Ferráz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente*, 26 (1-2):91-110.
- Freites, L.; Veléz, A. y Hurtado, L. 1996. Crecimiento y producción secundaria del bivalvo *Euvola (Pecten) ziczac* (L.), en cultivo suspendido a tres profundidades. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente*, 35 (1 y 2): 17-26.
- Freites, L.; Lodeiros, C.; Narváez, N.; Estrella, G. y Babarro, J. 2003. Growth and survival of the scallop *Lyropecten (nodypecten) nodosus* (l. 1758) in suspended culture in the Cariaco Gulf (Venezuela) during a non-upwelling period. *Aquacult. Res.* 34: 709-718.
- García, Y. 2003. Producción secundaria del mejillón verde *Perna viridis* (L, 1758). (Bivalvia: Mitylidae) en la costa norte del Estado Sucre. Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- 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. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

- Griffiths, C. y Griffiths, R. 1987. Bivalvia. In Pandian, J. y Vernberg F. (eds). *Animals energetics*. Academy Press, Vol 2. Págs. 1– 88.
- Guo, X.; Ford, S. y Zhang. 1999. Molluscan aquaculture in China. *J. Shellfish Res.*, 18: 19-31.
- Guzmán, K. 2004. Variación mensual de la composición bioquímica de los lóbulos gonadales del mejillón verde *Perna viridis* (L, 1758) (Bivalvia: Mitylidae) en el Morro de Guarapo, costa norte del Estado Sucre. Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Hardy, D. 1991. *Scallop farming*. Fishing News Books Oxford, England.
- Herbert, D.; Phipps, P. y Stranse, R. 1971. Chemical analysis of microbial. *Cell. Meth. Microbiol.*, 5: 209-244.
- Hicks, D. y Tunell, J. 1993. Invasión of the South Texas coast by the edible Brown mussel *Perna perna* (Linne, 1758). *The Veliger*, 36: 92-94.
- Hicks, D. y Tunell, J. 1995. Ecological notes and patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linne, 1758), in the Gulf of Mexico. *Amer. Malac. Bull.*, 11 (2): 203-206.
- Hofmann, E. y Bochenek, E. 2001. The effect of food composition on Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) growth in Korea: a modeling study. *Aquaculture*, 199: 41-62.
- Hunault, P.; Veléz, A.; Jordan, N.; Himmelman, J.; Morales, F.; Freites, L. y Lodeiros, C. 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. Dpto. Acuicultura. Universidad Católica del Norte, Coquimbo.
- Imai, T. 1977. Aquaculture in shallow seas progress in scallop sea culture. Parte II. The evolution of scallop culture. *Nat. Tech. Inf. Ser. Trans., 1*: 261-364.
- Ito, H. 1991. Fisheries and aquaculture: Japan. In Shumway, S. (ed). *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Elsevier. Publi. Co. Amsterdam, Netherlands. Págs. 1017-1056.
- Jordán, N. 1997. Cambios estacionales en la composición bioquímica del seston en las localidades de Chacopata (península de Araya) y Punta Arena Golfo de Cariaco, Edo Sucre-Venezuela. Trabajo de ascenso para optar al cargo de profesor asociado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Venezuela.
- Lesser, M.; Shumway, S.; Cucci, T. y Smith, J. 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. 83.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1994. Relation among environmental conditions and growth in the scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture. *Aquaculture, 119*: 345-358.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1996. Relations among environmental conditions 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. y Himmelman, J. 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (*Pterioidea Limidae*) and its association with environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 47: 411-418.
- Lodeiros, C.; Maeda-Martínez, A.; Freitas, L.; Uribe, E.; Lluch-Cota, D. y Sicard, M. 2001. Ecofisiología de pectínidos Iberoamericanos. *En: Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. Maeda-Martínez, A. (ed). Editorial Limusa, México. Págs. 77-88.
- Lodeiros, C.; Pico, D.; Prieto, A.; Narváez, N. y Guerra, A. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding, 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult. Inter.*, 10: 327338.
- Lowry, O.; Rosebrough, N. y Fair, L. 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. y Prieto, A. 2005. Producción de biomasa en el mejillón verde en una localidad de la Península de Araya, Venezuela. *Interciencia*, 30 (11): 699-705.
- Mann, K. 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. *Limnol. Oceanogr.*, 33: 910-930.
- Marcano, M. 2004. Histología gonadal de *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) del Morro de Guarapo. Costa Norte del Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

- Marcano, M.; Arrieche, D.; Lodeiros, C. y Prieto, A. 2002. Estructura poblacional en los estudios de desarrollo gonadal de machos y hembras de *Perna viridis* (Mytilidae) en el Morro de Guarapo, Estado Sucre, Venezuela. *Acta Cient. Venez.*, 53(Sup. 1): 88.
- Marsh, Y. y Weinstein, D. 1966. Simple charring method for determination of lipid. *J. Lipid 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. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Morton, B. 1997. *The aquatic nuisance species problem: a global perspective and review*. In D. Itri, F.M. (ed.), *Zebra mussels and aquatic nuisance species*. Ann Arbor Press, Inc., Chelsea, Michigan, Estados Unidos.
- Navarro, J. 2001. Fisiología energética de pectínidos Iberoamericanos. *En: Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. Maeda-Martínez, A. (ed). Limusa, México. Págs. 61-72.
- Okuda, T.; Benítez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrobiológicas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 17: 68-88.
- Pillay, T. 1997. *Acuicultura principios y prácticas*. Editorial Limusa, S. A. México.
- Poulet, S.; Cossa, D. y Marty, J. 1986. Combined analysis of the size spectra and biochemical composition of particles in the St. Lawrence Estuary. *Mar. Ecol. Prog. Series.*, 30: 205-214.
- Ragopal, S.; Venugopalan, V.; Nair, K.; Van del Velde, G.; Jenner, H. y Den Hartog, C. 1998. Reproduction, growth rate and culture potencial of the green mussel, *Perna viridis* (L) in Edaiyur backwaters, east coast of India. *Aquaculture*, 162(3-4): 187-202.
- Ramírez-Filippini, D.; Cáceres-Martínez, C. y Chávez-Villalba, J. 1990. Parque modular para el cultivo de almeja catarina *Argopecten circularis*: Un diseño alternativo. *Inv. Mar. CICIMAR*, 5 (1): 7-12.
- Rylander, K.; Pérez, J. y Gómez, J. 1996. The distribution of the brown mussel, *Perna perna* and the green mussel *P. viridis* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae) in North Eastern Venezuela. *Carib. Mar. Stud.* 5:86-87.

- Seed, R. y Richardson, C. 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.; Chung, K. y Pérez, J. 1998. Salinity and temperature tolerance of green mussel *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). *Rev. Biol. Trop.*, 46: 121-125.
- Shin, P.; Yau, F.; Chow, S.; Tai, K. y Cheung, S. 2002. Responses of the green-lipped mussel *Perna viridis* (L.) to suspended solids. *Mar. Poll. Bull.*, 45: 157-162.
- Sidall, S. 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). *Bull. Mar. Sci.*, 30: 858-870.
- Singh-Cabanillas, J. 1987. Cultivo experimental de la almeja catarina *Argopecten circularis* en corrales. *Aqua. Rev. Mexicana de Acuic.*, 2(7): 4-6.
- Sreenivasan, P.; Thangavelu, R. y Poovannan, P. 1989. Biology of the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus) cultured in Mutukadu Lagoon. Madras. *Indian J. Fish.*, 36: 149-155.
- Strickland, J. y Parsons, T. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Second edition. Fisheries Research Board of Canadá. Bulletin 167. Montreal, Canadá.
- Tejera, E.; Oñate, I.; Núñez, M. y Lodeiros, C. 2000. Crecimiento inicial del mejillón marrón (*Perna perna*) y verde (*Perna viridis*) bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.*, 34(2): 143-158.
- Thompson, R. y MacDonald, B. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. En: S.E. Shumway, ed. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Amsterdam: Elsevier, pp. 347-376.

- Veléz, A.; Freites, L.; Himmelman, J.; Senior, W. y Marin, N. 1995. Growth of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac*, in bottom and suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 136 (3-4): 257-276.
- Ventilla, R. 1982. The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.*, 20: 309-382.
- Viñoles, I. 2000. Efecto de la temperatura de aclimatación sobre la condición fisiológica del mejillón verde *Perna viridis* (L, 1758) medido por la relación ARN/ADN. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Ysla, L.; Venturi, V. y Nava, H. 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*. Second edition. Prentice- Hall, New Jersey, Estados Unidos.

# **Hoja de Metadatos**

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

<b>Título</b>	CRECIMIENTO DEL MEJILLÓN VERDE <i>Perna viridis</i> (L., 1758) BAJO SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO EN LA ENSENADA DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Montes Zerpa Marbelis Josefina	CVLAC	14284403
	e-mail	marbelismontes8@hotmail.com
	e-mail	marbelismontes8@gmail.com
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

### Palabras o frases claves:

<b><i>Perna viridis</i>, cultivo fondo, crecimiento, supervivencias</b>

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

## Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

## Resumen (abstract):

Se evaluó el crecimiento y la supervivencia del mejillón verde *P. viridis* en condiciones de cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre-Venezuela, durante los meses de julio de 2007 y febrero de 2008. Las semillas del mejillón ( $35,81 \pm 1,41$  mm de longitud) fueron obtenidas en la localidad de Guaca (costa norte del estado Sucre) y trasladadas hasta la estación Hidrobiológica de Turpialito, en donde se sembraron en cestas “españolas” (40x8cm). Mensualmente se determinó supervivencia así como la longitud máxima de la concha, la masa seca del músculo, resto de tejidos y de la gónada. Las tasas de crecimiento de la concha, tejidos somáticos y tejido reproductivo, se obtuvieron de manera mensual. Los parámetros ambientales (temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila *a*, seston total y su fracción orgánica), en la zona de cultivo se determinaron con cada 15 días y mensualmente al seston se le realizaron cuantificaciones de proteínas, lípidos y carbohidratos. Durante todo el estudio el mejillón mantuvo un crecimiento continuo, alcanzando al final una longitud máxima de  $78,7 \pm 4,43$  mm. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la masa seca tanto de los tejidos somáticos (músculo, resto de tejido) y reproductivo, mostraron variabilidad a lo largo del estudio, produciéndose al final un incremento significativo de dichos tejidos. Las variaciones observadas en la tasa de crecimiento de la masa del tejido reproductivo, dependió de las reservas acumuladas en el mismo tejido 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  $1 \text{ mg.l}^{-1}$ , constituyendo de esta manera el principal recurso alimenticio para los mejillones. Los altos contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos observados en el seston al final del estudio, pudiera estar principalmente asociado con la surgencia costera en donde hay un gran aporte alimenticio de tipo fitoplanctónico y orgánico en la zona de cultivo. 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 en el golfo de Cariaco.

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

## Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
ACOSTA VANESSA	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
LODEIROS CÉSAR	ROL	CA <input checked="" type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

## Fecha de discusión y aprobación:

Año      Mes      Día

2011	04	07
------	----	----

Lenguaje: spa

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

## Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS.doc	Application/word

## Alcance:

Espacial : \_\_\_\_\_ (Opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (Opcional)

## Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciatura

Nivel Asociado con el Trabajo: LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

## Área de Estudio:

BIOLOGÍA

## Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

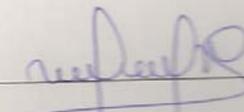
---

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –  
5/5

**Derechos:**

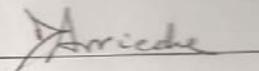
Yo, **Marbelis montes** titular de la cedula de identidad **14284403** estudiante de licenciatura en biología autorizo a la Universidad de Orienta para la publicación de dicho trabajo de investigación.

  
Montes Marbelis  
AUTOR 1

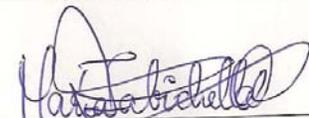
  
ASESOR

  
COASESOR

  
JURADO 1

  
JURADO 2

**POR LA COMISIÓN DE TESIS:**

  
\_\_\_\_\_

