



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN DIFERENTES SISTEMAS DE  
CONFINAMIENTO DE LA OSTRÁ PERLÍFERA *Pinctada imbricata* (RÖDING  
1798) EN CULTIVO SUSPENDIDO  
(Modalidad: Tesis de grado)

ADRIAN JOSÉ MÁRQUEZ MONTIEL

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

Cumaná, marzo de 2011

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN DIFERENTES SISTEMAS DE  
CONFINAMIENTO DE LA OSTRÁ PERLÍFERA *Pinctada imbricata* (RÖDING  
1798) EN CULTIVO SUSPENDIDO

APROBADO POR:

---

Asesor

Prof. César Lodeiros

---

Jurado

---

Jurado

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
LISTA DE FIGURAS .....	iii
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
MATERIALES Y METODOS .....	5
Recolecta y siembra de semillas .....	5
Crecimiento y supervivencia.....	7
Factores ambientales .....	7
Análisis estadísticos .....	8
RESULTADOS.....	9
Factores ambientales .....	9
Factores físico-químicos .....	9
Factores bióticos .....	10
<i>Fouling</i> de la concha.....	11
Crecimiento.....	11
Concha .....	11
Tejidos.....	14
Relación de la longitud de la concha con los compartimientos .....	15
Supervivencia.....	17
Relación de factores ambientales con el crecimiento .....	17
DISCUSIÓN .....	21
CONCLUSIONES .....	27
RECOMENDACIONES.....	28
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	29
APENDICES.....	32
Hoja de Metadatos .....	38

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor el Dr. César Lodeiros, por permitirme participar en este proyecto y depositar tanta confianza en mi, todo su apoyo y guía incondicional. Admiro su grandiosa calidad humana, su ejemplo de profesionalidad es un aporte que nunca olvidaré.

La colaboración del personal de la Estación Marina “Fernando Cervigón”-UDO y Estación de FIDAES-IDEA ubicada en la Bahía de Mochima, Edo. Sucre.

La colaboración del grupo del Laboratorio de Acuicultura del Instituto Oceanográfico de Venezuela y el Grupo de Investigación sobre Biología de Moluscos de la Universidad de Oriente.

A la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura de la Gobernación del Edo. Sucre –FIDAES, en especial al Licdo. Miguel Carpio y el Prof. César Graziani.

## DEDICATORIA

A mis padres; por su comprensión, soportando mi ausencia todos estos años lejos de ellos y siempre estar aquí en todo momento para mí. Ellos me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, todo ello con un amor incondicional. Alida eres la mejor mamá del mundo sin que me quede la menor duda, te amo, gracias por todo tu esfuerzo!. Fernando, papá gracias por siempre creer y estar tan orgulloso de mí, Tity la alegría de la casa te he extrañado un mundo.

A ti tío Frank, siempre incondicional llevaste mi carrera hasta lo que es hoy, tú siempre un huracán de personalidad, no pudiste ver a uno de tus hijos graduarse pero aquí está, ésto que también es para ti.

Algunas personas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y corazón, pero sin importar en donde estén o si en algún momento leen esta dedicatoria quiero darles las gracias por haber formado parte de mi vida, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Adrián Márquez

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Adulto de la ostra perlífera <i>Pinctada imbricata</i> . .....	2
Figura 2. Mapa de la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. La flecha muestra el sitio del cultivo experimental. ....	5
Figura 3. Elementos de confinamiento de la ostra perlífera <i>P. imbricata</i> tubos de PVC (A), tubos de malla plástica (B), cestas cerradas (C) y cestas abiertas (D).....	6
Figura 4. Variación quincenal de la temperatura(A), salinidad (B) y oxígeno disuelto (C) en el periodo mayo-diciembre 2008 en la Bahía de Mochima. ....	9
Figura 5. Variación quincenal del seston total, orgánico e inorgánico (A) y la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila <i>a</i> (B) en el periodo mayo-diciembre 2008 en la Bahía de Mochima. ....	10
Figura 6. Variación mensual de la biomasa del <i>fouling</i> acumulado en las conchas de <i>P. imbricata</i> en 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima. ....	11
Figura 7. Variación mensual de la masa seca de la concha de <i>P. imbricata</i> en 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.....	12
Figura 8. Variación mensual de la longitud antero-posterior (A) y entre valvas (B) de la concha de <i>P. imbricata</i> en 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.....	13
Figura 9. Variación mensual de la biomasa seca del músculo (A) y resto de tejidos (B) de <i>P. imbricata</i> en los 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.....	15
Figura 10. Relación de la longitud antero-posterior con las masas secas del músculo (A), resto de tejidos (B) y la concha (C) de los organismos en los diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.....	16
Figura 11. Variación mensual de la supervivencia en los 4 diferentes elementos de cultivo suspendido de <i>P. imbricata</i> en Bahía de Mochima.....	17

Figura 12. Análisis de correspondencia canónica de los parámetros de crecimiento de las cestas cerradas (A) y cestas abiertas (B) con los factores ambientales. .... 18

Figura 13. Análisis de correspondencia canónica de los parámetros de crecimiento de los tubos de PVC (C) y cilindros de malla plástica (D) con los factores ambientales.19

## RESUMEN

El crecimiento y la supervivencia de juveniles de ostra perla *Pinctada imbricata* ( $19,1 \pm 2,2$ ), fueron evaluados mensualmente durante el periodo comprendido entre mayo y diciembre del 2008, en 4 diferentes elementos (métodos) de cultivo suspendidos (tubos de policloruro de vinilo o PVC, cilindros de malla plástica, cestas abiertas y cestas cerradas), que fueron colocadas en un “long line” ubicado en la bahía de Mochima, estado, Sucre, Venezuela. El crecimiento de la concha fue evaluado mediante la talla de los ejes antero-posterior y entre valvas, la masa de la concha, además de la masa del musculo y resto de los tejidos. Las variables ambientales, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, seston total y su fracción orgánica y la clorofila *a*, fueron evaluados quincenalmente. El crecimiento de los individuos cultivados en los diferentes elementos vario entre 80 y 90% de la masa inicial, sin embargo, las tallas obtenidas al final del experimento estuvieron por debajo de la talla comercial establecida oficialmente para la explotación de sus bancos (50 mm, INAPESCA), mientras que la supervivencia de los mismo vario entre 40 y 60%. No obstante, en los individuos colocados en las cestas abiertas fue observada una condición fisiológica más alta, en términos de su relación concha-masa de sus tejidos. Fue observada una relación entre el patrón de crecimiento de los individuos colocados en los 4 elementos de confinamiento y la disponibilidad de alimento (seston orgánico y clorofila *a*) durante el periodo de estudio las variables ambientales variaron entre 24,9 Y 30,9°C (temperatura), 36 y 39 ‰ (salinidad), <7 mg/L (oxígeno). Los valores observados en estas ultimas variables ambientales sugieren, que tanto el oxígeno como la salinidad no alcanzaron niveles que pudieran causar estrés fisiológico en los individuos cultivados. Las tendencias de las curvas de temperatura y la disponibilidad de alimento (seston orgánico y clorofila *a*) fueron inversas (patrón típico de zonas de surgencia costera y estratificación de las masas de agua), influenciando de manera similar el crecimiento de los individuos en los diferentes elementos de cultivo, por lo tanto, podemos concluir que el diseño de los diferentes elementos de confinamiento empleados para el cultivo de *P. imbricata* no influyo de manera significativa en sus patrones de crecimiento. Sin embargo, en términos económicos se recomienda el uso de los tubos de malla como método de cultivo alternativo, ya que generaron menores costos de producción.

Palabras o Frases Claves: cultivo suspendido, *Pinctada imbricata*, bahía de Mochima

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos han sido durante mucho tiempo un importante recurso alimenticio para los seres humanos. Las ostras, almejas, mejillones, vieiras, y otras especies de bivalvos poseen una alta demanda en el mercado, y constituyen rubros importantes de extracción y cultivo con repercusiones socioeconómicas relevantes. La producción mundial de moluscos bivalvos ha aumentado considerablemente en los últimos cincuenta años, pasando de casi un millón de toneladas en 1950 a unos 13,6 millones de toneladas en 2005, lo cual equivale al 10% en volumen y el 7% en valor del total de la producción pesquera mundial (Lovatelliet *al.*, 2008).

En Venezuela, los moluscos bivalvos han mantenido siempre una expectativa de ser cultivados en forma masiva, particularmente en el nororiente; sin embargo, tan sólo en las décadas de los 70 y 80 hubo un desarrollo con producciones entre 200-300 ton/año, con las especies de ostras (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*) y en particular, con el mejillón marrón (*Perna perna*). No obstante, muchas otras especies son adecuadas para su producción por acuicultura, como el caso de la ostra perlífera *Pinctada imbricata*, por su dualidad de producción (consumo directo y producción de perlas), además de una disponibilidad de semilla adecuada en el medio natural y tasas elevadas de crecimiento y supervivencia en condiciones de cultivo (Lodeiros y Freitas, 2008).

*P. imbricata* se distribuye en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta Brasil, formando bancos naturales densos, los cuales han sido explotados desde la época de la colonia, principalmente en las islas de Cubagua y Margarita, en el nororiente de Venezuela (Makenzieet *al.*, 2003). Esta especie constituye un valioso recurso económico en la región nororiental de Venezuela, especialmente en el estado

Nueva Esparta, donde los bancos naturales producen cerca de 2 000 ton. anuales, con un promedio aproximado de 380 ton. en producción de carne (Gómez,1999).

La ostra perlífera *P. imbricata* (Fig. 1) es un organismo de hábitat sublitoral, de aguas someras, encontrándose adherida mediante el biso a sustratos duros y, en algunos casos, se le asocia con la fanerógama *Thalassiatestudinun*; posee diferentes nombres vulgares en Venezuela, todos relativos a su formación de perlas, siendo los más comunes ostra perla o perlífera, madre perla y tripa perla. Es una especie cuya longitud dorso-ventral, en los bancos naturales, oscila entre 38 y 98 mm. La concha es redondeada, frágil y de color variable en su exterior, puede ser marrón, amarillo hasta verde y bronce, interiormente es nacarada. La valva izquierda es más cóncava que la derecha y posee una apertura de donde sale el biso. El periostraco o capa externa de la concha se encuentra formando láminas concéntricas con proyecciones espinosas frágiles, más evidentes en los individuos juveniles (Lodeiros *et al.*, 1999).

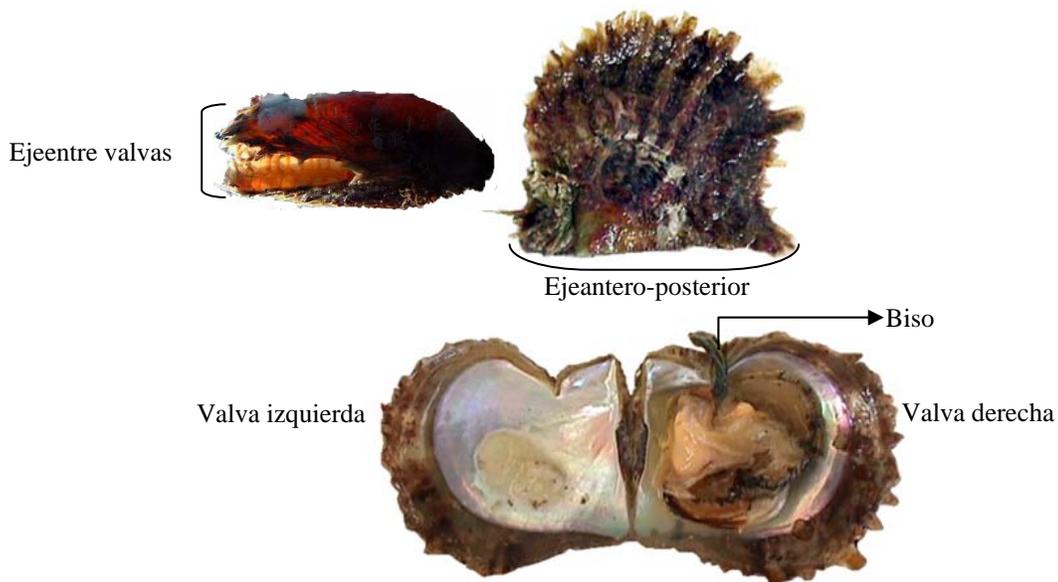


Figura 1. Adulto de la ostra perlífera *Pinctada imbricata*.

En Venezuela los trabajos sobre la reproducción de *P. imbricata* establecieron que la especie se reproduce todo el año, lo cual permite un continuo reclutamiento de juveniles para ser utilizados como semilla en los cultivos (Ruffini; 1984, León *et al.*, 1987; Jiménez *et al.*, 2000). Otros trabajos muestran que *P. imbricata* posee un rápido y continuo crecimiento en condiciones de cultivo en suspensión, obteniendo tallas de 50 a 60 mm a los 7 meses. Estas dos características (reclutamiento de juveniles y rápido crecimiento) la hacen atractiva para el desarrollo de su cultivo (Lodeiros *et al.*, 2002).

El nororiente de Venezuela, a pesar de estar enclavado en una zona tropical, muestra una variación notable de los factores ambientales en la columna de agua, los cuales varían estacionalmente debido a la periodicidad en magnitud de los vientos Alisios que producen procesos de surgencia costera (Okuda *et al.*, 1978), lo cual influye en el crecimiento y reproducción de los organismos bajo cultivo (Lodeiros y Himmelman, 1999). En este sentido, la determinación de la factibilidad biológica del cultivo de moluscos bivalvos en esta zona, debe incluir el estudio de la variabilidad ambiental sobre los mismos. Estudios preliminares muestran que existe una escasa correlación de las tasas de crecimiento de *P. imbricata*, bajo cultivo suspendido, con la disponibilidad de alimento (abundancia fitoplanctónica y seston en general) y la temperatura (Lodeiros *et al.*, 2002), así como poca influencia en la reproducción (Jiménez *et al.*, 2000), lo cual produciría una independencia de la modulación de estos estados fisiológicos por parte de los factores ambientales; no obstante, se requieren más estudios para poder verificar la hipótesis antes señalada.

Otro importante factor ambiental para establecer la factibilidad biológica en los cultivos es el *fouling*, definido como material y organismos incrustantes que se depositan en las mallas de los cestos de cultivo y/o en los bivalvos cultivados. La presencia de *fouling* puede presentar desventajas en el rendimiento de los cultivos, incluyendo reducción del flujo de agua a través de las mallas de los cestos de cultivo,

causando una disminución en la disponibilidad de alimentos (Taylor *et al.*, 1997); por otra parte, el aumento de la competencia por los alimentos disponibles, además disminuye la disponibilidad del alimento en suspensión en el agua (Claereboudt *et al.*, 1994), por ser muchos de estos organismos filtradores, reducen la disponibilidad de oxígeno, afectando el crecimiento (Wallace y Reisnes, 1985) o produce una interferencia mecánica debido al peso o afecta el cierre de las valvas (Lodeiros *et al.*, 2002).

Teniendo en cuenta los avances en estudios antes realizados, los cuales muestran factibilidad biológica del cultivo de *P. imbricata*, se hace necesario optimizar las técnicas de cultivo (cestos, cuerdas etc.) que permitan un mayor rendimiento, en este caso es importante la búsqueda de elementos de cultivo o de confinamiento para el mantenimiento de los organismos. Recientemente, Semidey *et al.* (2009) encontraron que el uso de cuerdas, en cultivos con elementos verticales, constituye una alternativa factible que podría disminuir los costos del cultivo de la ostra perla *P. imbricata*, sugiriendo estudios de optimización de este sistema. Considerando lo antes expuesto, el presente estudio evalúa el crecimiento y la supervivencia en cultivo suspendido de 4 diferentes elementos de confinamiento verticales de *P. imbricata* utilizando elementos de mayor superficie que las cuerdas utilizadas por Semidey *et al.* (2009), estimando además la influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento y la supervivencia de la especie durante el periodo de estudio.

## MATERIALES Y METODOS

### Recolecta y siembra de semillas

Las "semillas" o juveniles ( $7,1 \pm 1,06$  mm) de *P. imbricata* (organismos que no han alcanzado la madurez sexual) fueron colectados de forma manual en estructuras de cultivo establecidas en la estación marina "Fernando Cervigón" de la Universidad de Oriente, ubicada en la Isla de Cubagua, estado Nueva Esparta. Los juveniles se transportaron en cavas isotérmicas con láminas de goma espuma para evitar la mezcla y la resuspensión de partículas en el interior de las cavas, hasta llegar a la Estación del IDEA-FIDAES ubicada en la Bahía de Mochima, estado Sucre (Fig. 2).

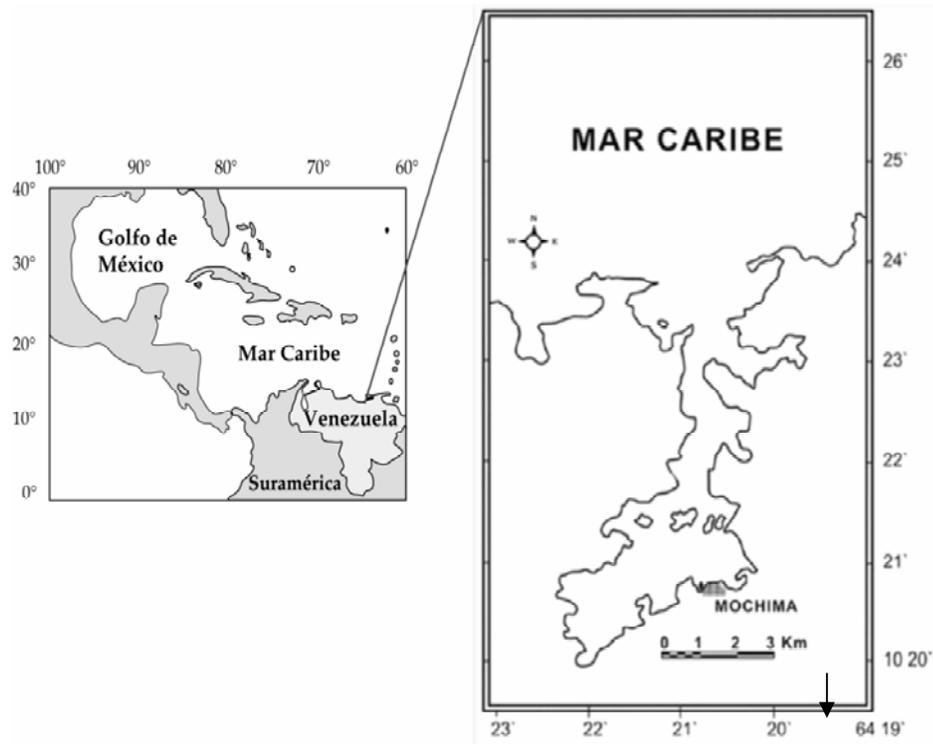


Figura 2. Mapa de la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. La flecha muestra el sitio del cultivo experimental.

Las semillas fueron aclimatadas durante una semana, manteniéndolas en linternas suspendidas (cestas cilíndricas de malla de nylon) en una línea larga o "long line" a 1,5 m de profundidad. Posteriormente se sembraron en 4 elementos diferentes de

cultivo para su crecimiento: tubos de policloruro de vinilo–PVC (A), cilindros o tubos de malla plástica (B), cestas abiertas (C) y cestas cerradas de malla plástica de siete mm de apertura (D) (Fig. 3); teniendo en cuenta una misma área utilizable de 15 cm<sup>2</sup> para la siembra de 12 semillas para cada réplica. Para cada elemento de cultivo se establecieron 24 réplicas.

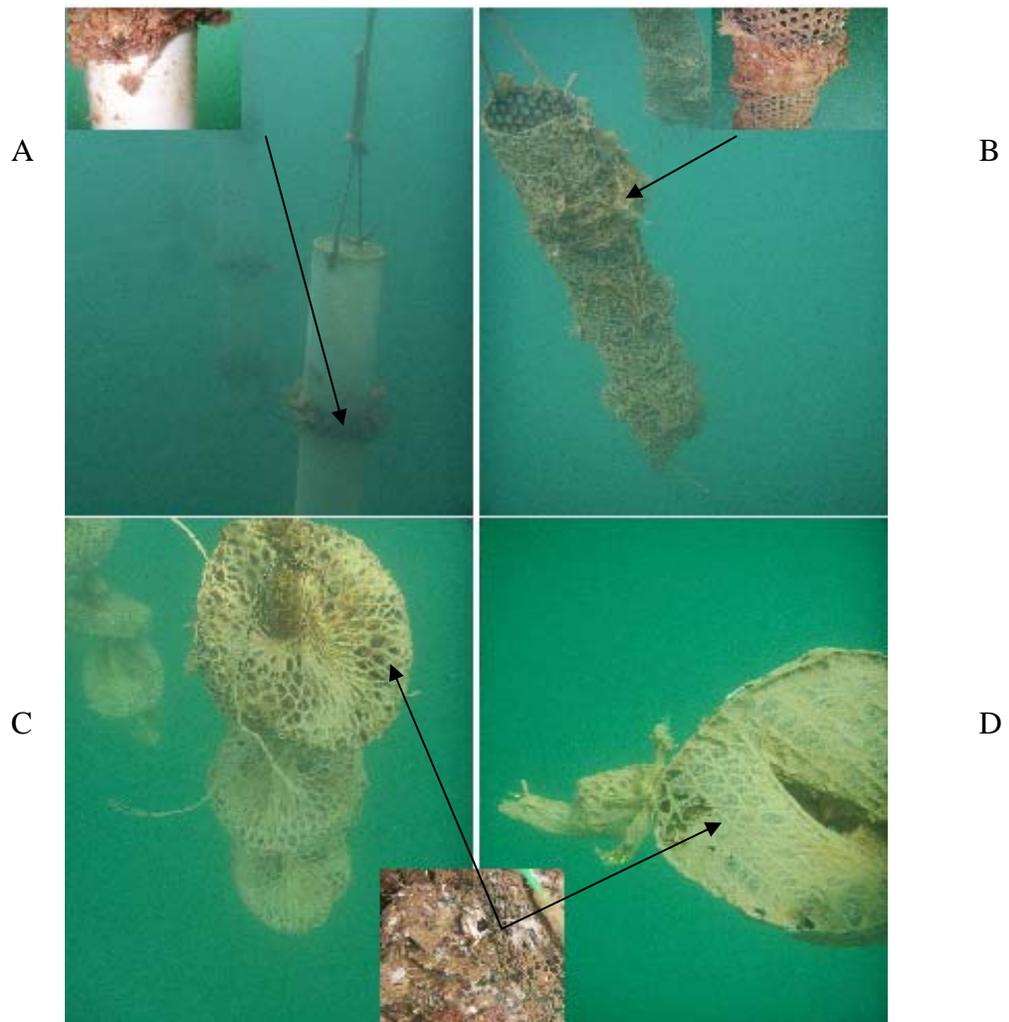


Figura 3. Elementos de confinamiento de la ostra perlífera *P. imbricata* tubos de PVC (A), tubos de malla plástica (B), cestas cerradas (C) y cestas abiertas (D). Una muestra representativa de las semillas (35 individuos) fue sustraída inicialmente para realizar los análisis merísticos correspondientes. Para la siembra, se utilizó una malla biodegradable (tejido textil de algodón), utilizada para la siembra de mejillones,

que permitió que las semillas se fijaran al elemento de cultivo mientras segregan bisco. Después de un tiempo aproximado de 10-15 días degrada.

### **Crecimiento y supervivencia**

La evaluación del crecimiento y la supervivencia de los organismos se estimó mensualmente, para esto se sustrajeron 3 réplicas de 12 organismos cada una, por cada elemento de cultivo. El crecimiento se determinó midiendo las dimensiones de la concha con un vernier digital Mytutoyo (0,01 mm de apreciación), según el largo (distancia máxima antero-posterior) y el ancho (distancia máxima entre las valvas). La biomasa seca se determinó disecando cada organismo para obtener músculo, y restos de tejidos para posteriormente someterlos a un tratamiento de deshidratación (60-70 °C/72 h) y pesarlos en una balanza digital (OHAUS modelo Adventure de 0,001 g de apreciación). La supervivencia se evaluó mediante el recuento de los ejemplares vivos en los elementos de cultivo.

### **Factores ambientales**

Con una periodicidad quincenal se evaluaron los factores ambientales que podrían influir en el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata*. La temperatura se determinó continuamente a intervalos de 30 min, utilizando un termógrafo electrónico (Minilog, Vemco, Canadá). Se tomaron muestras de agua utilizando una botella Niskin (2 L de capacidad) y se transfirieron a contenedores plásticos opacos para ser transportadas al laboratorio; previamente el agua fue filtrada a través de un tamiz de 153 µm, en función de eliminar macroplankton; posteriormente, 1 litro fue filtrado al vacío con un equipo millipore, a través de filtros Whatman GFF (0,7 µm de diámetro de poro) para concentrar el material suspendido; dicho material fue lavado con agua destilada y los filtros se deshidrataron a 60° C/24 h para determinar el seston total mediante métodos gravimétricos, luego tras la incineración de los filtros a 450 °C/2 h en una mufla (marca thermolyne), se determinó su fracción inorgánica y por diferencia de pesos entre el total y la fracción inorgánica, se determinó la fracción

orgánica. La biomasa fitoplanctónica se estimó mediante la concentración de clorofila *a* utilizando el método espectrofotométrico (UV-visible, modelo 6305) (Strickland y Parsons, 1972).

Para determinar el oxígeno disuelto y la salinidad se tomaron muestras de agua en el sitio de cultivo, el oxígeno se determinó por el método de Winkler según recomendaciones de Strickland y Parsons (1972) y la salinidad utilizando un refractómetro Atago S/Mill: 0-100‰. El *fouling* fue retirado de la concha para determinar su masa seca mediante un tratamiento de deshidratación a 60-70 °C por 48h.

### **Análisis estadísticos**

Previa utilización de los estadísticos paramétricos; para comparar los 4 elementos de cultivo en las variables de: dimensión de la concha, masa seca del músculo y resto de tejido se aplicó un análisis de varianza simple (ANOVA I) al final del experimento; en las variables que mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) se les realizó un análisis *a posteriori* de Scheffé ( $P = 0,05$ ). Para estimar la condición de los organismos en los diferentes tratamientos se realizaron regresiones de la longitud de la concha y la masa de los compartimientos (músculo, tejido y concha) utilizando todos los organismos. Las pendientes de cada una de las regresiones fue contrastada para cada uno de los tratamientos de un parámetro, a través de las comparaciones. Todas estas pruebas se realizaron siguiendo las recomendaciones descritas por Zar (1984). Para estimar el efecto de los factores ambientales en el crecimiento en los diferentes elementos se utilizó un análisis de correspondencia canónica (Braak y Verdonshot, 1995).

## RESULTADOS

### Factores ambientales

#### Factores físico-químicos

La temperatura fue variable durante el período del experimento (Fig. 4 A), con temperaturas medias de 26,5-28,7 °C entre finales de mayo y finales de julio, seguido de un periodo de temperaturas elevadas (29,3-30,9 °C) entre agosto y octubre, para luego disminuir hasta el final del experimento a 24,9 °C. La salinidad presentó valores que se mantuvieron entre 36 y 39 ‰ (Fig. 4B). La concentración de oxígeno se mantuvo por encima de 7 mg/l, observándose valores promedio de 7,84 mg/l (Fig.4C).

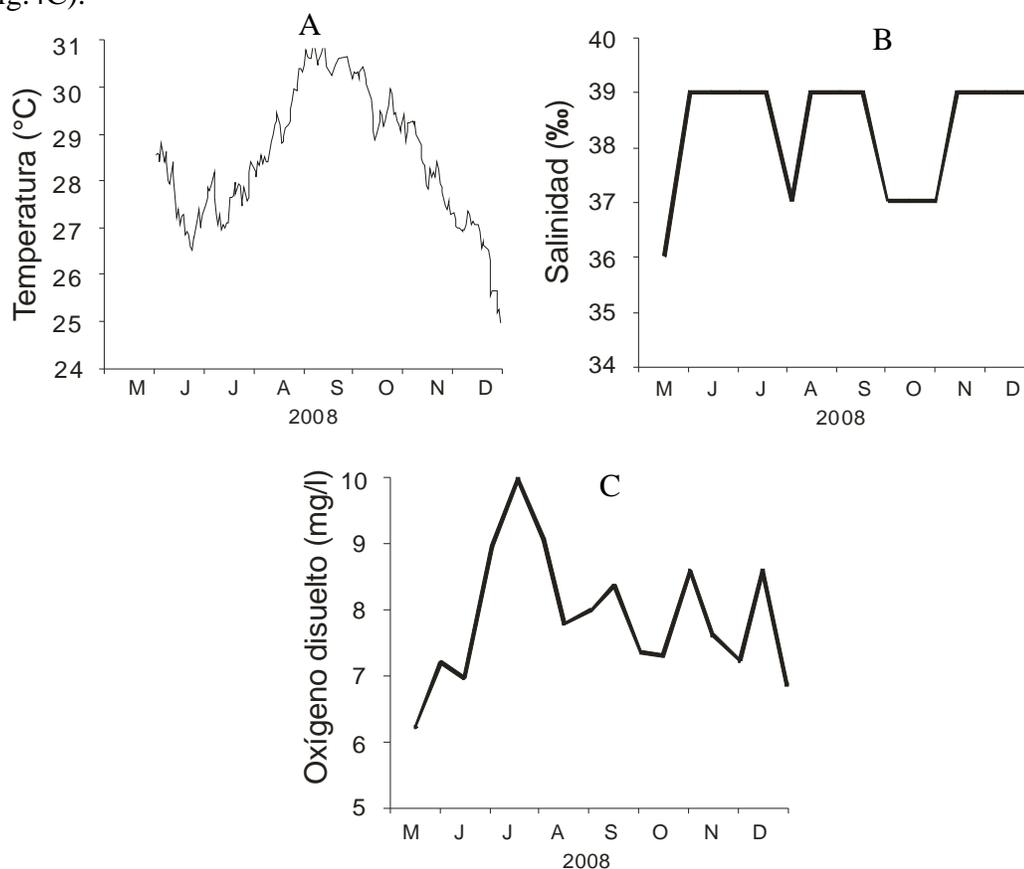


Figura 4. Variación quincenal de la temperatura(A), salinidad (B) y oxígeno disuelto (C) en el periodo mayo-diciembre 2008 en la Bahía de Mochima.

### Factores bióticos

#### Seston

El seston total y sus fracciones orgánica e inorgánica (Fig. 5A) y la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila *a* (Fig. 5B) muestran, de forma general, una variación similar. Durante los primeros meses del experimento los valores fueron intermedios con picos elevados a finales de junio (14,4 mg/L), manteniéndose bajos hasta septiembre (2,2 mg/L), cuando el seston tiende a subir, aunque los valores de clorofila *a* se mantienen intermedios. Este patrón general del seston fue inverso al de la temperatura (Fig. 4A).

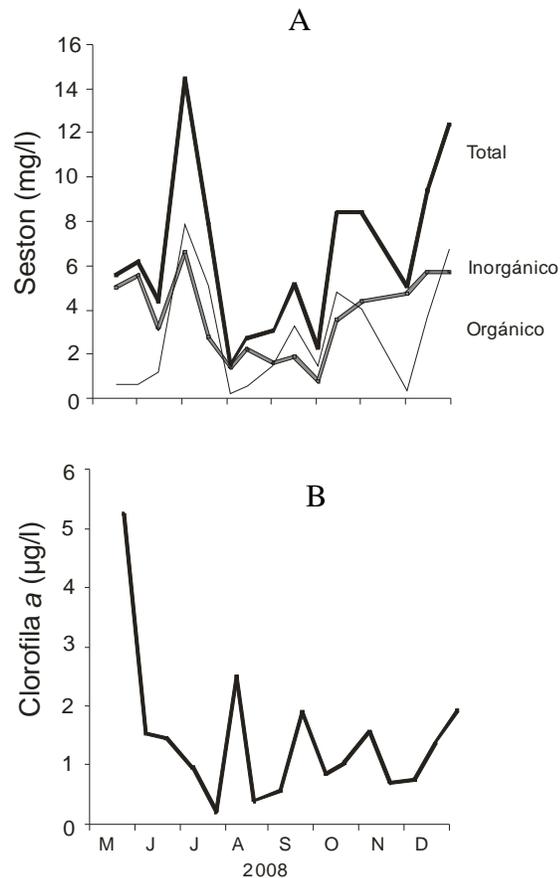


Figura 5. Variación quincenal del seston total, orgánico e inorgánico (A) y la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila *a* (B) en el periodo mayo-diciembre 2008 en la Bahía de Mochima.

### **Fouling de la concha**

En la figura 6 se muestra el *fouling* despositado en la concha de los organismos. Para el inicio del experimento la biomasa del *fouling* en la concha fue de  $0,07 \pm 0,015$  g, aportando un 13,82% de la masa seca de la concha; a partir de junio se observa un aumento notable, especialmente para los elementos de tubos (PVC o de malla plástica). Al final del experimento (octubre-diciembre) los valores medios de la masa del *fouling* fueron elevados para los elementos de tubos ( $>0,4$  g); sin embargo, para las cestas, estos valores fueron menores ( $<0,4$  g). A pesar de estas diferencias entre los valores medios del *fouling* en los diferentes tratamientos, la gran variabilidad mostrada en los elementos de cultivo, particularmente de los tubos, no generó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos (apéndice A).

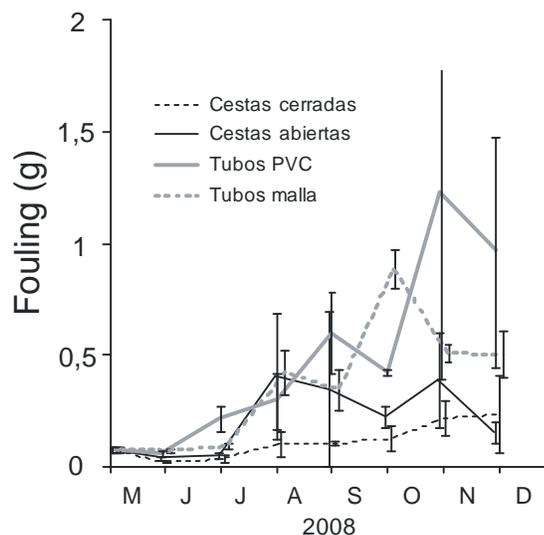


Figura 6. Variación mensual de la biomasa del *fouling* acumulado en las conchas de *P. imbricata* en 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

### **Crecimiento**

#### Concha

En los periodos de mayo-junio y de octubre-diciembre la masa de la concha mostró un incremento sostenido mientras que, mientras en el periodo agosto-septiembre se observó un relativo estancamiento (figura 7). Al final del experimento, las masas

alcanzaron  $3,3\pm 0,18$  g para las cestas cerradas,  $3,6\pm 0,15$  g para las cestas abiertas,  $4,2\pm 0,21$  g para los tubos de PVC y  $4,1\pm 0,33$  g para los tubos de malla plástica. La figura 8 muestra los valores absolutos de la longitud de la concha tanto en su eje antero-posterior (A) como entre valvas (B). Para todos los elementos de cultivo el aumento de la masa de la concha fue similar a la longitud de la concha; acelerado en los 3 primeros meses con un estancamiento, para luego continuar hasta el final del experimento, alcanzándose tallas de longitud antero-posterior de  $32,5\pm 0,41$  mm para las cestas cerradas,  $34,0\pm 0,52$  mm para las cestas abiertas,  $32,8\pm 1,41$  mm para los tubos de PVC y  $31,9\pm 0,10$  mm para los tubos de malla plástica y de  $13,8\pm 0,15$  mm,  $13,7\pm 0,36$  mm,  $13,9\pm 0,28$  mm y de  $13,7\pm 0,35$  mm, respectivamente para la longitud entre valvas. Tanto para las dimensiones como para la masa de la concha, al final del experimento los promedios alcanzados no mostraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) (apéndice B).

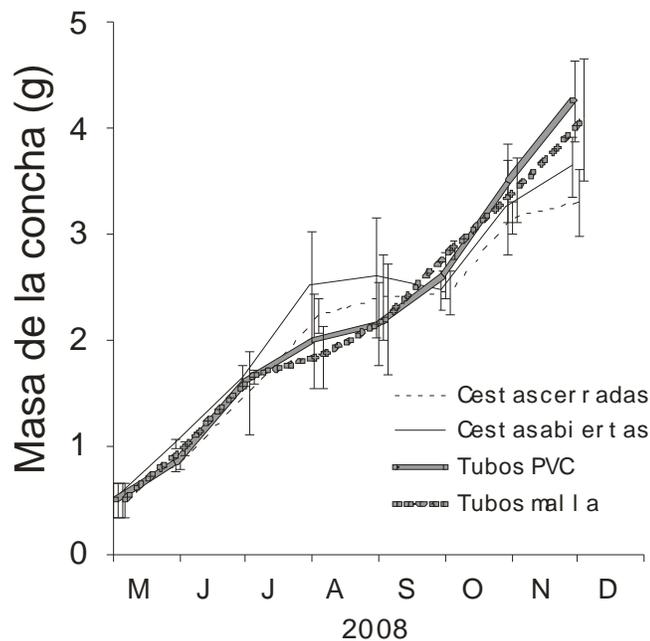


Figura 7. Variación mensual de la masa seca de la concha de *P. imbricata* en 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

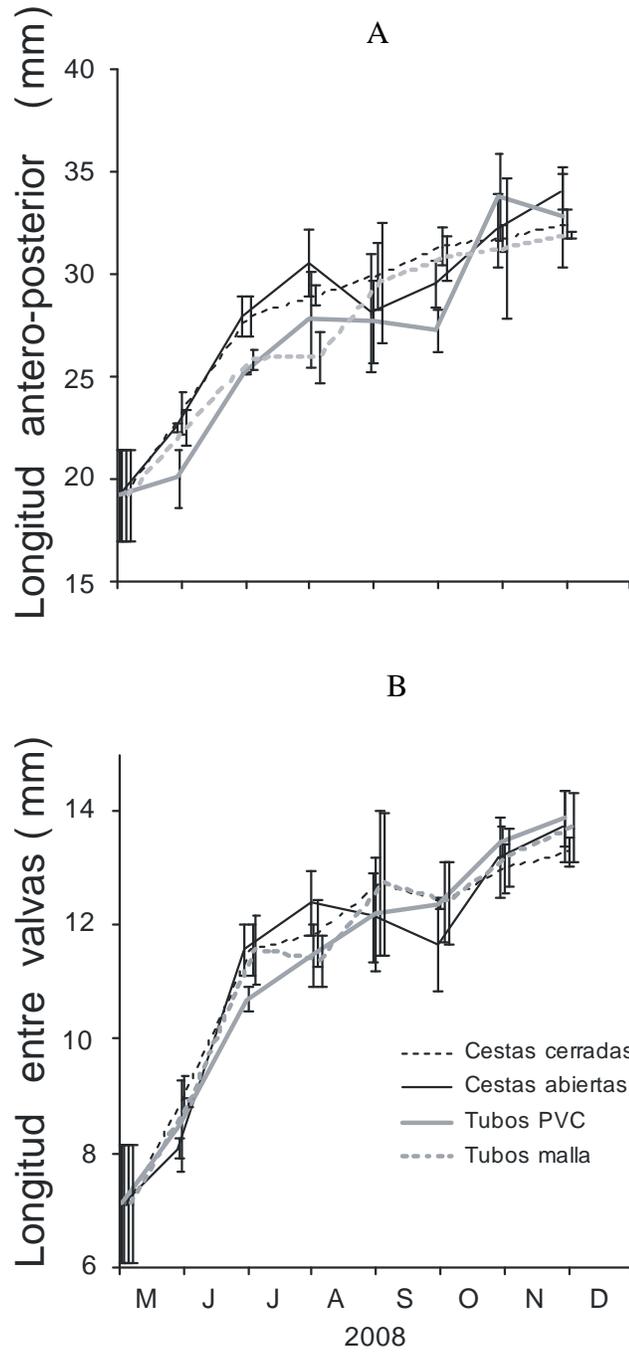


Figura 8. Variación mensual de la longitud antero-posterior (A) y entre valvas (B) de la concha de *P. imbricata* en 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

### Tejidos

Al igual que en la concha de los organismos estudiados, en general, en los periodos de mayo-junio y de octubre-diciembre la masa de la concha mostró un incremento sostenido, mientras en el periodo agosto-septiembre se observó un relativo estancamiento en el crecimiento del músculo de *P. imbricata* (Fig. 9A). Al final del experimento las masas del músculo alcanzadas fueron de  $0,06\pm 0,015$  g para las cestas cerradas,  $0,10\pm 0,010$  g para las cestas abiertas,  $0,08\pm 0,004$  g para los tubos de PVC y  $0,09\pm 0,010$  g para las mallas plástica; sin embargo, estos resultados no presentan diferencias significativas al final del experimento ( $p>0,05$ ). Un resumen de estos resultados puede ser observado en el apéndice C.

En el caso del resto de los tejidos (Fig. 9B), en los 2 primeros meses (marzo-junio) existió un crecimiento acelerado, al igual que el compartimiento del músculo, aunque notablemente mayor para los organismos de las cestas en el mes de junio, posteriormente, en todos los elementos presentan un estancamiento durante el mes de julio, manteniéndose sin cambios hasta octubre cuando reiniciaron el crecimiento. Al final del experimento las ostras alcanzaron  $0,21\pm 0,017$  g para cestas cerradas,  $0,24\pm 0,041$  g para las cestas abiertas,  $0,26\pm 0,013$  g para los tubos de PVC y  $0,21\pm 0,002$  g para los tubos de malla plástica, no representado diferencias significativas para ninguno de los elementos de confinamiento suspendidos al final del experimento ( $P>0,05$ ). Estos resultados pueden ser observados en el apéndice C.

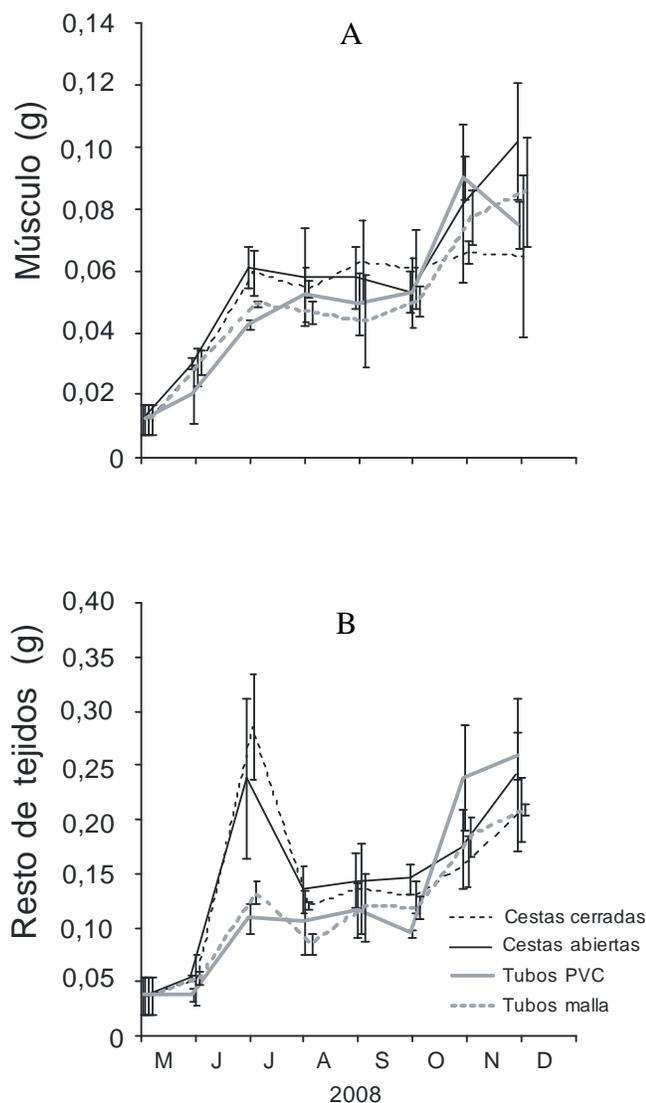


Figura 9. Variación mensual de la biomasa seca del músculo (A) y resto de tejidos (B) de *P. imbricata* en los 4 diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima

### Relación de la longitud de la concha con los compartimientos

La figura 10 muestra las relaciones de la longitud de la concha de todos los organismos analizados en cada uno de los elementos de cultivo con respecto a sus compartimientos (masa del músculo, resto de tejido y concha). Todas las relaciones lineales fueron significativas (ANOVA,  $P > 0,001$ ;  $r^2 > 0,34$ ). Al comparar las pendientes de dichas regresiones lineales en cada uno de los compartimientos,

siempre las cestas abiertas mostraron una mayor pendiente ( $P < 0,05$ ) que la de las relaciones de los otros elementos de cultivo, los cuales no mostraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) (apéndice D).

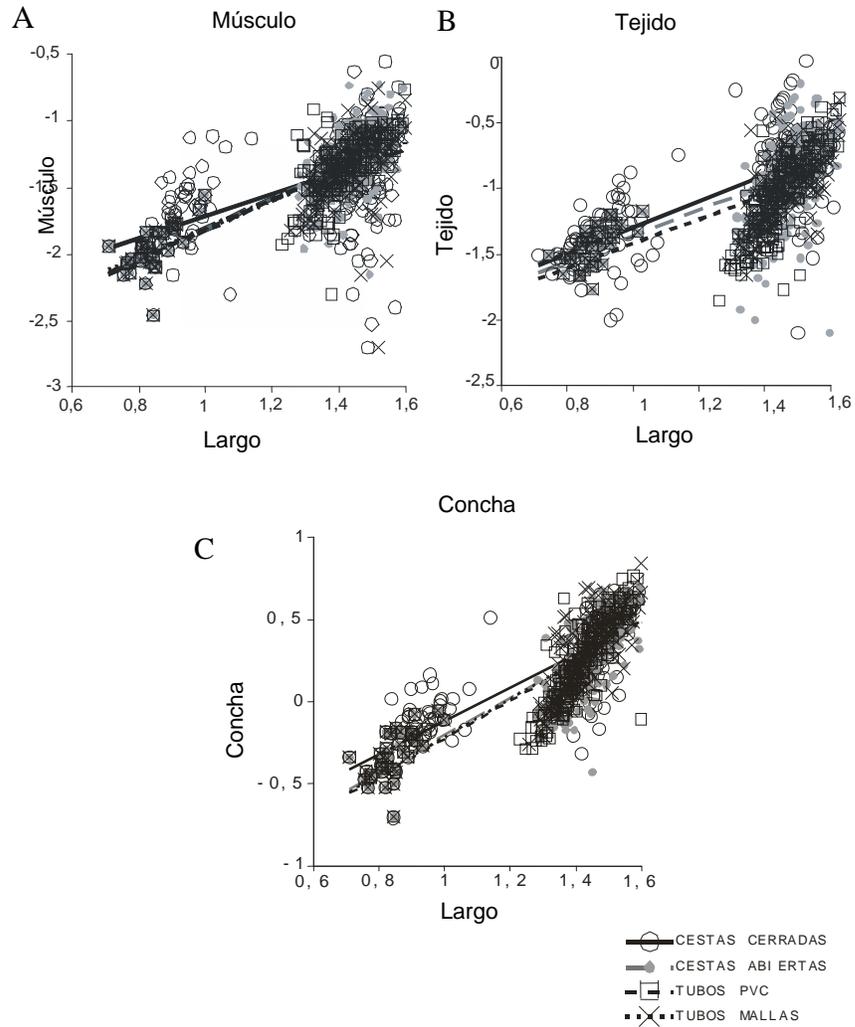


Figura 10. Relación de la longitud antero-posterior con las masas secas del músculo (A), resto de tejidos (B) y la concha (C) de los organismos en los diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

### ***Supervivencia***

En todos los elementos de cultivo, las ostras mantuvieron una supervivencia >80% hasta el tercer mes de estudio (Fig. 11), cuando se inicia una disminución marcada en los elementos de tubos y particularmente en el período agosto-septiembre, llegando a valores de supervivencia entre el 30-50%, las cuales se mantuvieron hasta el final del estudio. En contraste, la disminución de la supervivencia de las ostras contenidas en los elementos de cestas fue menos abrupta, con la excepción de las cestas abiertas en el mes de noviembre, que pasó de un 80% a valores por debajo del 40% al final del estudio. Las ostras en las cestas cerradas obtuvieron una supervivencia por encima del 60% al final del estudio como se demuestra en el apéndice E.

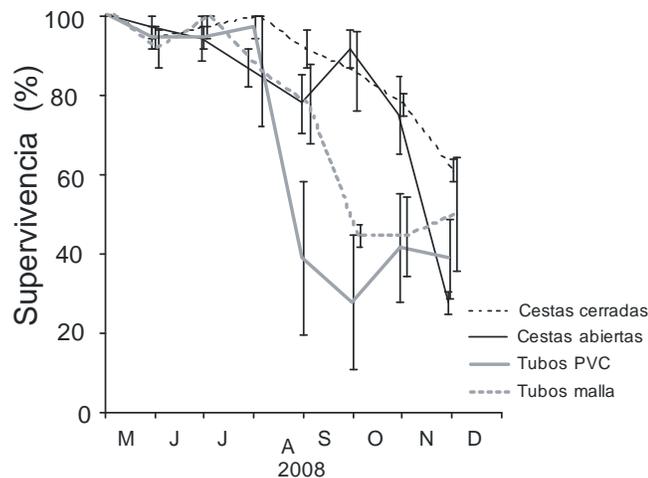


Figura 11. Variación mensual de la supervivencia en los 4 diferentes elementos de cultivo suspendido de *P. imbricata* en Bahía de Mochima.

### **Relación de factores ambientales con el crecimiento**

La figura 12 y 13, muestra un análisis de correspondencia canónica (ACC) entre los parámetros de crecimiento y los factores ambientales en cada uno de los elementos de cultivo. Dicho análisis muestra una asociación de los factores ambientales con los tejidos, particularmente el músculo con el seston orgánico e inverso con la temperatura, con excepción de los tubos de PVC. En general, la concha tanto en masa como en su dimensión muestra no tener asociación con los factores ambientales.

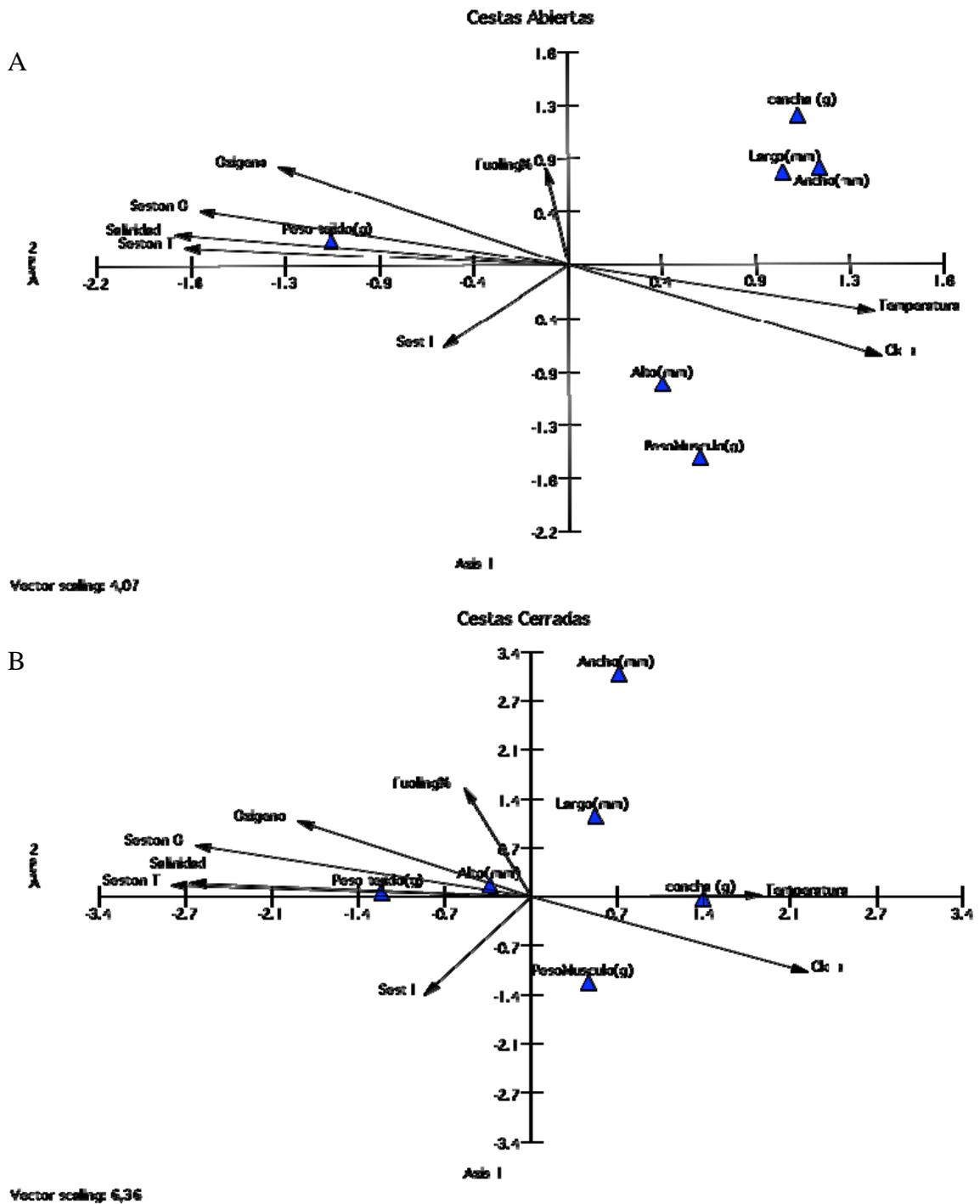


Figura 12. Análisis de correspondencia canónica de los parámetros de crecimiento de las cestas cerradas (A) y cestas abiertas (B) con los factores ambientales.

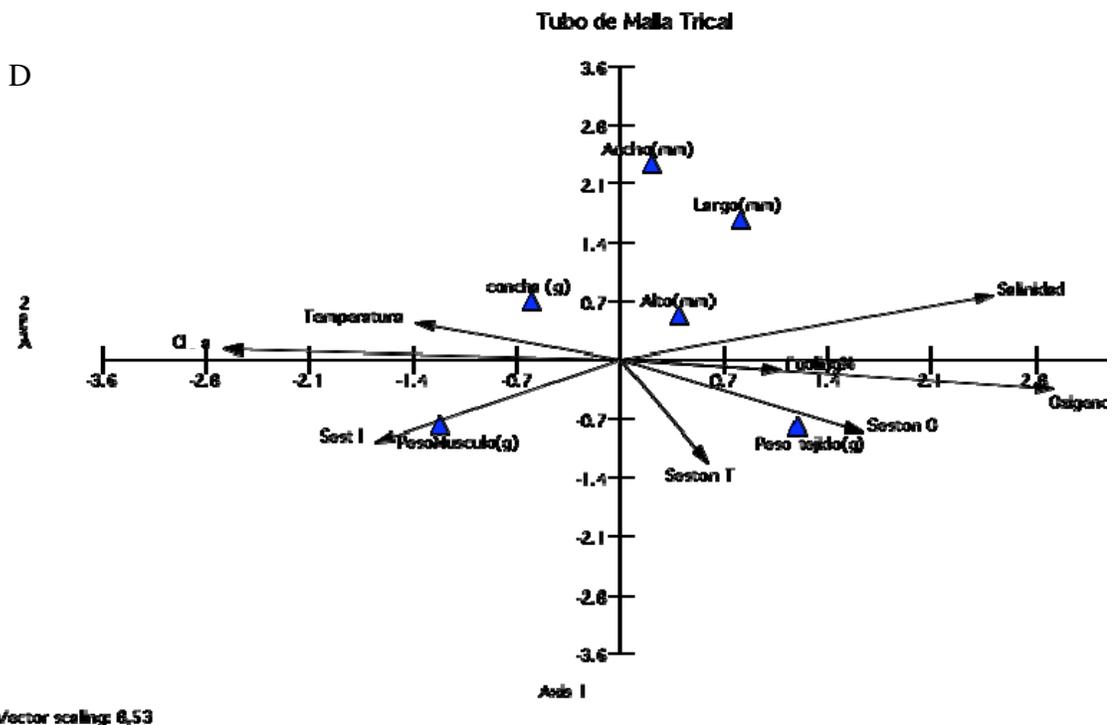
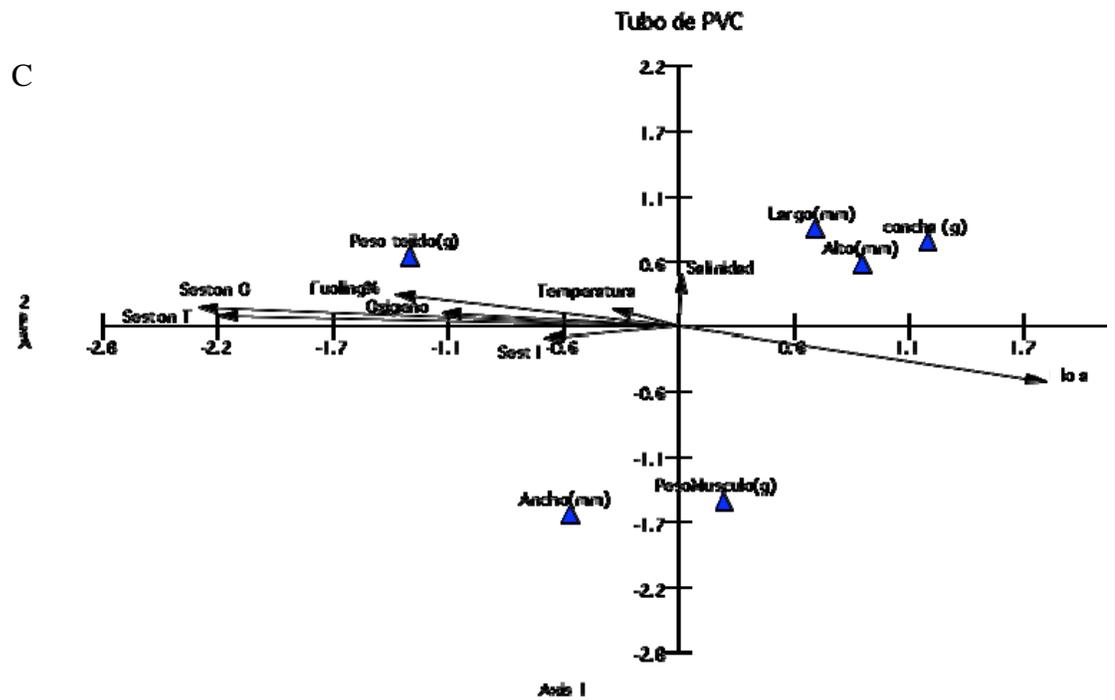


Figura 13. Análisis de correspondencia canónica de los parámetros de crecimiento de los tubos de PVC (C) y cilindros de malla plástica (D) con los factores ambientales.

Al cotejar visualmente las gráficas de las variables de crecimiento de los diferentes elementos de cultivo y las de los factores ambientales, en general, tanto la concha como los tejidos mostraron una correlatividad con el patron general de la temperatura y la disponibilidad de alimento (seston y biomasa fitoplanctónica). Las mayores tasas de crecimiento se observaron en los primeros meses (mayo – junio) coincidentes con temperaturas medianas (26,5-28,5 °C) y elevada disponibilidad de alimento, habiendo un estancamiento del crecimiento desde junio a octubre con temperaturas altas y baja disponibilidad de alimento, para luego, en general, aumentar las tasas de crecimiento con temperaturas bajas y aumento de la disponibilidad de alimento (Fig. 2-8).

Los patrones de los parámetros de crecimiento no mostraron relación correlativa con la salinidad, concentración de oxígeno ni el *fouling*.

## DISCUSIÓN

Para determinar la factibilidad del cultivo suspendido de moluscos bivalvos es importante escoger los elementos de confinamiento que supongan mejor rendimiento. Aparte de ello, estudiar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento suministra información importante para establecer estrategias de cultivo. El presente estudio muestra una respuesta similar del crecimiento y la supervivencia de la ostra perlífera *P. imbricata* en los diferentes elementos de confinamiento utilizados en condiciones de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima, por otra parte, en general, la variabilidad del crecimiento de la ostra perlífera se encuentra condicionada a los factores ambientales.

La ostra perlífera bajo cultivo suspendido mostró un crecimiento similar en los 4 elementos durante 8 meses, alcanzando en masa de sus compartimientos (concha, músculo y resto de tejidos) entre el 80-90% de la masa inicial; sin embargo, las tallas obtenidas al final del experimento estuvieron por debajo de la talla comercial establecida oficialmente para la explotación de sus bancos (50 mm, INAPESCA, resolución 009, Caracas 18 junio 2002-Gaceta Oficial, República Bolivariana de Venezuela), además de ello, la supervivencia alcanzada en los 4 elementos oscilaron entre el 40-60%. Estos resultados muestran poca factibilidad de la especie para ser cultivada, bajo las condiciones establecidas en la Bahía de Mochima, o bien son necesarios periodos más extensos para alcanzar tallas comerciales.

En líneas generales, el crecimiento en peso y longitud de la ostra perla presentó una tendencia similar para todos sus compartimientos. El crecimiento fue acelerado durante los 2 primeros meses del experimento, deteniéndose en julio-octubre, para luego reiniciar el crecimiento, aunque con una tasa más baja que la inicial, hasta el final del experimento. En todos los parámetros de crecimiento al final del estudio no

se encontraron diferencias significativas entre el tipo de elemento de cultivo utilizado, en consecuencia, se sugiere la utilización del elemento de cultivo más económico. Aunque los organismos en las cestas cerradas mostraron un comportamiento, en general, de mayor supervivencia, la elaboración de estos elementos de cultivo demandaría mayor material y mano de obra que los otros elementos de cultivo (tubos y cilindro), por lo cual no se sugieren para el cultivo de *P. imbricata*. Los tubos de malla plástica y de PVC se muestran de mayor facilidad para realizar la cosecha. Aunque los tubos de PVC implican menor confección que los de malla plástica, el material de malla plástica es mucho más barato y permite una mayor plasticidad en la confección de tamaños, aparte de un mayor flujo de agua y con ello de alimento para las ostras. En vista de ello, el cilindro o tubo de malla plástica será el elemento de cultivo aconsejable para futuros desarrollos en el cultivo en suspensión de *P. imbricata*.

Las cestas abiertas y cerradas podrían dilucidar sobre el biocontrol de depredadores en las cestas abiertas, específicamente del gasterópodo *Cymatium*spp., el cual es un factor negativo muy importante en el cultivo de moluscos bivalvos (Freites *et al.*, 1999). No obstante, en el presente experimento no hubo incidencia de *Cymatium*spp. Como se ha reportado en cultivos de otras localidades tales como; Golfo de Cariaco (Narváez, 2000, Lodeiros *et al.*, 2002, Semidey, 2009), Laguna La Restinga (Buitrago *et al.*, 2009), Laguna Grande del Obispo (Nuñez, 2009) y otras latitudes como en Australia (Perronet *al.*, 1985), Brasil (Manzoni y Lacava, 1998), Colombia (Urban, 2000). Recientemente, Semidey (2009), en un experimento en la bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre, muestra la menor incidencia de estos depredadores con la utilización de cuerdas como cultivo, a diferencia de cestas japonesas, infiriendo en el mejor uso de elementos verticales para el cultivo de *P. imbricata*. Estos resultados, y los de mayor rendimiento de los tubos de malla plástica, reafirman el uso de este elemento para el cultivo de *P. imbricata*.

En los dos primeros meses de experimento la masa del resto de tejidos presentó un aumento acelerado, mayormente marcado en los tratamientos en cestas posiblemente por el desarrollo de gónadas. A pesar que, en el presente trabajo, no se evaluó la reproducción, el resto de los tejidos representó un aumento de volumen y cambio de color de las gónadas, caracteres propios de la reproducción, a partir de junio y hasta finales de julio (observación personal).

Browne y Russel -Hunter (1978) y Toumiet *al.* (1983), exponen que cuando la disponibilidad de alimento es limitada, la reproducción es favorecida como una estrategia evolutiva. De esta manera, es probable que la especie comenzara a formar gónada canalizando principalmente la energía hacia reproducción a expensas de energía que pudiese ir al crecimiento somático. Este comportamiento pudo ocurrir probablemente al inicio del experimento, cuando los organismos pudieron acumular reservas en los tejidos en los meses previos a junio cuando la biomasa fitoplanctonica es baja, y luego canalizarla hacia la reproducción, comportandose como un organismo conservador.

Al comparar el crecimiento con otros experimentos en cultivos suspendidos de *P. imbricata* en el Golfo de Cariaco (Lodeiros *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2009; Semidey *et al.*, 2009), y otras localidades como el Caribe colombiano (Urban 2000) se evidencia un menor crecimiento en la bahía de Mochima, debido, en gran parte, a una paralización del crecimiento entre los meses de junio-octubre, sugiriendo un estrés provocado por la baja disponibilidad de alimento particularmente de la biomasa fitoplanctónica.

La variabilidad en los factores ambientales en las aguas de las costas del nororiente de Venezuela obedecen principalmente a la influencia los vientos alisios que con mayor o menor magnitud o bien inexistencia, provocan fenómenos de surgencia y estratificación del agua (Okuda *et al.*, 1968; Griffiths y Simpson, 1972; Moigis,

1986), trayendo consigo efectos en el crecimiento y la reproducción de los organismos acuáticos (Lodeiros y Himmelman, 1994). No obstante, la mayor o menor variabilidad de los factores ambientales pueden estar asociados también a fenómenos en relación a las microlocalizaciones en el nororiente de Venezuela. En este sentido, la Bahía de Mochima, puede considerarse un sistema semi-cerrado, y de menor entrada que otras zonas con mayor influencia de surgencia del nororiente de Venezuela, como lo es el Golfo de Cariaco, produciendo, variaciones en diferente magnitud de los factores ambientales. De esta manera, por ejemplo, el seston total, así como su componente orgánico y la biomasa fitoplanctónica, dos factores directamente asociados con la alimentación en moluscos bivalvos es menor en una magnitud de más 50% que los niveles alcanzados en el Golfo de Cariaco en períodos anteriores (Lodeiros y Himmelman, 2000) e inclusive en el mismo momento que se desarrollo la presente investigación, teniendo en cuenta los niveles determinados en trabajos realizados paralelamente (Pérez Eileen, datos trabajo de grado M. Sc., no publicados). Esto explicaría, en gran parte, las bajas tasas de crecimiento obtenidas en el presente trabajo, en relación a las obtenidas en el Golfo de Cariaco y otras localidades.

Debido a que las mayores tasas de crecimiento se observaron en el periodo de surgencia. Una alternativa de mayor rendimiento para el cultivo de esta especie, particularmente en Mochima, es que las semillas sean sembradas justo al inicio de la surgencia (diciembre-enero), en función de aprovechar los elevados niveles sestónicos, particularmente de fitoplancton. De esta manera, es probable que se puedan alcanzar las tallas reglamentarias en menor tiempo. Esta especie, aunque muestra una reproducción continua en el Golfo de Cariaco, posee picos elevados de reclutamiento en colectores artificiales a inicios de año, alcanzando los 400 individuos/colector en monofilamento 30x60 cm, y un pico, aún más elevado en agosto, alcanzando los 1100 individuos/colector (Jiménez *et al.*, 2000). Las semillas en nuestro estudio parecen ser de la cohorte de febrero, por lo cual aprovecharon el

periodo de mayor disponibilidad de alimento a pequeñas tallas y de menor alimento (estratificación del agua) a tallas mayores. Es posible que, la baja disponibilidad de alimento no tenga un efecto estresante en juveniles, como ocurre en la vieira *Euvolaziczac* en periodos de estratificación del agua, característica de baja disponibilidad de alimento y aumento de temperatura (Lodeiros y Himmelman 2000), y que la cohorte de agosto de *P. imbricata* sea más adecuada para el cultivo en Mochima y otras localidades, dando tiempo al organismo alcanzar mayores tallas para entrar en el periodo de surgencia, con lo cual los elevados niveles de biomasa fitoplanctónica podrían generar un alimento disponible tanto para el crecimiento como para otros procesos fisiológicos dependientes de la talla y elevadamente energéticos como la reproducción. De esta manera, los organismos podrían alcanzar tallas comerciales en menor tiempo. Estas hipótesis deben ser verificadas con estudios de crecimiento e influencia de factores ambientales con semillas de diferentes cohortes.

Los valores de la concentración de oxígeno se mantuvieron por encima de 7 mg/l durante todo el periodo del experimento, lo cual muestra que los niveles de concentración de oxígeno no fueron estresantes para moluscos bivalvos; de igual manera, la variabilidad y magnitud de la salinidad se encuentra en los intervalos normales y no producen efectos en el crecimiento en moluscos de hábitat submareal (Lodeiros y Himmelman, 1994; 2000).

Un factor que pudo influir en el crecimiento fue el *fouling*, el cual puede manifestarse negativamente cuando es depositado en las cestas, por disminuir el flujo de agua a través de ellas y por consiguiente menor alimento, posibilidad de menor concentración de oxígeno y mayor acumulación de desechos provenientes de las mismas ostras, otro efecto del *fouling* podría ser el ejercido por su deposición en las conchas, produciendo un efecto negativo debido al peso y/o mecánicos, por interferir con el cierre de las valvas, competición por alimento y reducir el valor comercial del

bivalvo (Lodeiros y Himmelman, 1996; Lodeiros, 2002). En el presente estudio no se evaluó el *fouling* sobre las mallas o los elementos de cultivo, sin embargo, pudo haber algún efecto en los organismos contenidos en las cestas abiertas y cerradas ya que sus mallas se mantuvieron con mayor cantidad de *fouling* (observación personal), lo cual podría no haber permitido mayor crecimiento. Coincidentalmente, el *fouling* sobre las conchas de estos organismos fueron los que alcanzaron mayores niveles, de hasta un 30% de la masa en relación a la de la concha, sin embargo, no se muestran indicios de haber afectado el crecimiento. En este sentido, estos resultados se relacionan con el escaso efecto que puede producir el *fouling* a los organismos de disposición vertical como lo es *Pinctada imbricata* (Lodeiros *et al.*, 2002).

## CONCLUSIONES

El crecimiento tanto en longitud como en masa, en los diferentes elementos de confinamiento, así como la supervivencia, fue igual para todos los elementos de cultivo.

Los organismos en cestas abiertas presentaron mejor condición fisiológica que los ubicados en los demás elementos de cultivo.

En ningún elemento de cultivo se alcanzó la talla comercial (50 mm) durante los 8 meses de experimentación.

En general existió asociación de los diferentes parámetros de crecimiento y los factores ambientales (Clorofila *a*, seston y temperatura), lo cual indica la modulación en el crecimiento de los factores ambientales en el sitio de cultivo.

## RECOMENDACIONES

Para alcanzar las talla comercial de *P. imbricata* cultivada en la Bahía de Mochima, se sugiere prolongar el tiempo de cultivo. Una alternativa adicional es coordinar la siembra de la ostra, de tal forma que coincida con el comienzo de la surgencia continua (diciembre-enero), en función de aprovechar la mayor producción de biomasa sestónica, en especial la fitoplanctónica.

Debido a que el crecimiento, al final del estudio fue significativamente igual para todos los elementos de cultivo, se sugiere utilizar el método de cultivo más económico: tubos de malla plástica.

Las cestas abiertas se recomiendan para cultivos con un mayor valor unitario (cultivo de perlas) por presentar mejor condición fisiológica los organismos contenidos.

Es conveniente en futuros experimentos analizar el *fouling* depositado sobre los elementos de cultivo, para estimar la influencia que este importante factor ambiental tiene sobre el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata*.

Se recomienda el paso del cultivo experimental al piloto, para inferir la factibilidad socio-económica del cultivo en el nororiente de Venezuela.

## BIBLIOGRAFIA

- Braak, T. y Verdonshot, F. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in Aquatic Ecology. *Aquatic Sc.*, 57: 255-286.
- Browne, R. y Russel-Hunter, W. 1978. Reproduction effort in molluscs. *Oecologia* (Berlin) 37: 23-27.
- Buitrago, E.; Buitrago, J.; Freitas, L. y Lodeiros, C. 2009. Identificación de factores que afectan al crecimiento y la supervivencia de la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), bajo condiciones de cultivo suspendido en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Zoo. Trop.*, 27(1): 79-90.
- Claereboudt, M.; Bureau, D.; Côte, J. y Himmelman, J. 1994. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture*, 121: 327-342.
- Freitas, L.; Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1999. Impact of recruiting gastropod and decapod predators on the scallop *Euvolaziczac* (L.) in suspended culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 244: 295-303.
- Gómez, A. 1999. *Los recursos marinos renovables del estado Nueva Esparta, Venezuela*. Tomo I. Invertebrados y algas. Organización Gráficas Capriles, Caracas. Venezuela.
- Hair, J.; Anderson, R.; Tatham, R. y Black, W. 1992. *Multivariate data analysis*. Macmillan Publishing Company. USA.
- Jiménez, M.; Lodeiros, C. y Márquez, B. 2000. Captación de juveniles de la madre perla *Pinctada imbricata* con colectores artificiales en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Carib. J. Sc.*, 36: 221-226.
- León, L.; Cabrera, T. y Troccoli, L. 1987. Estudio sobre la fijación y el índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding 1798, en tres bancos naturales del nororiente de Venezuela. *Contr. Cient. U.D.O.*, 12: 3-44.
- Lodeiros, C. y Freitas, L. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. En: *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pag: 135-150.
- Lodeiros, C.; Buitrago, E. y Guerra, A. 2006. Evaluación del tipo de cestas de cultivo para la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* suspendidas en long line y balsa. *Ciencias*

*Marinas*, 32: 331-337.

- 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. Internat.*, 10 (4): 327-339.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- Lodeiros, C.; Marin, B. y Prieto, A. 1999. Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Edición APUDONS. Venezuela.
- 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. y Himmelman, J. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture Res.* 27: 749-756.
- Lovatelli, A.; Vannuccini, S. y McLeod, D. 2008. Current status of world bivalve aquaculture and trade. En: *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp: 45-59.
- Manzoni, G. y Lacava, L. 1998. Crescimento dos gasterópodes *Thais (Stramonita) haemastomae Cymatium parthenopheum parthenopheum* cultivo experimental na enseada da Armação do Itapocoroy (26 ° 47' S-48° 36' W) (Penha-SC). *Notas Tec. FACIMAR*. 2:167-173.
- Makenzie, C.; Troccoli, L. y León, L. 2003. History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.*, 65(1): 1-20.
- Narváez, N.; Lodeiros, C.; Freitas, L.; Nuñez, M.; Pico, D. y Prieto, A. 2000. Abundancia de juveniles y crecimiento de la concha abanico *Pinna carnea* (Gmelin, 1791) en cultivo suspendido. *Rev. Biol. Trop.*, 48: 785-797.
- Nuñez, M. 2009. Crecimiento y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condiciones de cultivo submareal e intermareal, en la Laguna Grande del Obispo, Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de Maestría en Ciencias

- Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. 69 pp.
- Okuda, T.; Benitez-Alvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Vzla. Univ. Oriente*, 17: 69-88.
- Pérez, E.; Semidey, D.; Reyes, J y Lodeiros, C. 2009. Crecimiento de cohortes de *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela: primera cohorte. *Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. II*: 389-394.
- Perron, F.; Heslinga, G. y Fagolimul, J. 1985. The gastropod *Cymatium muricinum*, a predator on juvenile tridacnid clams. *Aquaculture*, 48: 211–221.
- Ruffini, E. 1984. Desarrollo larval experimental de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Röding 1798) (Mollusca: Bivalvia) y algunas observaciones sobre su reproducción en el banco natural de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. Trabajo de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 53 pp.
- Semidey, D.; Cortez, R.; Nuñez, M.; Malavé, C. y Lodeiros, C. 2009. Crecimiento y supervivencia de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding 1798, bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas japonesas. *Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. II*: 417-423.
- Strickland, J. y Parsons, T. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Second edition. *Fish. Res. Board of Canada. Bull.*, 167. Canadá.
- Taylor, J.; Southgate, P. y Rose, R. 1997. Fouling animals and their effect on the growth of silverlip pearl oysters, *Pinctada maxima* (Jameson) in suspended culture. *Aquaculture*, 153: 31–40.
- Toumi, J.; Hakala, T. y Hamkuoja, E. 1983. Alternative concepts of reproductive effort, costs of reproduction and selection in life history evolution. *Am. Zool.*, 23: 25-34.
- Urban, J. 2000. Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, 189: 361–373.
- Wallace, J. y Reisnes, T. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamyis islandica* (Pectinidae) in hanging culture. *Aquaculture*, 44: 229–242.
- Zar, J. 1984. *Biostatistical Analysis*. Segunda Edición. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

## APENDICES

### Apéndice A

#### Fouling.

ANOVA Table for Fouling by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,60678	3	0,535593	3,39	0,0744
Within groups	1,26434	8	0,158043		
Total (Corr.)	2,87112	11			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Fouling into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 3,38892, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Fouling from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

## ***Apéndice B***

### **Masa de la concha.**

ANOVA Table for Concha by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,66389	3	0,554629	3,41	0,0733
Within groups	1,29994	8	0,162493		
Total (Corr.)	2,96383	11			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Concha into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 3,41326, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Concha from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

### **Eje antero-posterior.**

ANOVA Table for Ancho by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	7,10353	3	2,36784	1,29	0,3425
Within groups	14,6884	8	1,83605		
Total (Corr.)	21,7919	11			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Ancho into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 1,28964, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Ancho from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

**Entre valvas.**

ANOVA Table for Alto by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,573794	3	0,191265	0,69	0,5846
Within groups	2,22597	8	0,278246		
Total (Corr.)	2,79977	11			

The StatAdvisor

-----  
The ANOVA table decomposes the variance of Alto into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 0,687393, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Alto from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

## Apéndice C

### Masa del músculo.

ANOVA Table for Mus by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,00227191	3	0,000757305	2,16	0,1712
Within groups	0,00280966	8	0,000351208		
Total (Corr.)	0,00508157	11			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Mus into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 2,15629, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Mus from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

### Masa del resto de los tejidos.

ANOVA Table for peso by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,00542685	3	0,00180895	1,15	0,3881
Within groups	0,0126356	8	0,00157946		
Total (Corr.)	0,0180625	11			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of peso into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 1,1453, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean peso from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

## Apéndice D

### Tabla resumen comparaciones de B en regresiones lineales.

	Musculo								
	CC vs	CA	CC vs TPVC	CC vs	TT	TPVC	CA vs	TT	TPVC vs TT
exp	6,38411632		0,00572106	0,00572377		0,00875915	0,00878061		0
v		485	464		474	429		439	418
teo		3,87	3,87		3,87	3,87		3,87	3,87

	Resto de Tejidos								
	CC vs	CA	CC vs TPVC	CC vs	TT	TPVC	CA vs	TT	TPVC vs TT
exp	0,01976522		0,02136495		0	0	0,02623155		0,03325646
v		485	464		474	461		470	513
teo		3,87	3,87		3,87	3,87		3,87	3,87

	Concha								
	CC vs	CA	CC vs TPVC	CC vs	TT	TPVC	CA vs	TT	TPVC vs TT
exp	8,5354285		0,31579154	0,27492669		8,00406497	7,85217377		0,03000148
v		485	464		474	429		439	418
teo		3,87	3,87		3,87	3,87		3,87	3,87

## Apéndice E

### Supervivencia.

ANOVA Table for Supervi by Trata

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1851,85	3	617,284	2,54	0,1298
Within groups	1944,44	8	243,056		
Total (Corr.)	3796,3	11			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Supervi into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 2,53968, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Supervi from one level of Trata to another at the 95,0% confidence level.

## **Hoja de Metadatos**

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

<b>Título</b>	CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN DIFERENTES SISTEMAS DE CONFINAMIENTO DE LA OSTRAS PERLÍFERA <i>Pinctada imbricata</i> (RÖDING 1798) EN CULTIVO SUSPENDIDO
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Adrian J. Marquez M.	CVLAC	16.622.842
	e-mail	ajmm16@hotmail.com
	e-mail	ajmm16@yahoo.com
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

### Palabras o frases claves:

Cultivo suspendido
<i>Pinctada imbricata</i>
bahía de Mochima

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

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología
	Acuicultura

### Resumen (abstract):

El crecimiento y la supervivencia de juveniles de ostra perla *Pinctada imbricata* ( $19,1 \pm 2,2$ ), fueron evaluados mensualmente durante el periodo comprendido entre mayo y diciembre del 2008, en 4 diferentes elementos (métodos) de cultivo suspendidos (tubos de policloruro de vinilo o PVC, cilindros de malla plástica, cestas abiertas y cestas cerradas), que fueron colocadas en un long line ubicado en la bahía de Mochima, estado, Sucre, Venezuela. El crecimiento de la concha fue evaluado mediante la talla del eje antero-posterior y masa de la concha, además de la masas del musculo y resto de los tejidos. Las variables ambientales, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, seston total y su fracción orgánica y la clorofila a, fueron evaluados quincenalmente. El crecimiento de los individuos cultivados en los diferentes elementos vario entre 80 y 90% de la masa inicial, sin embargo, las tallas obtenidas al final del experimento estuvieron por debajo de la talla comercial establecida oficialmente para la explotación de sus bancos (50 mm, INAPESCA), mientras que la supervivencia de los mismo vario entre 40 y 60%. No obstante, en los individuos colocados en las cestas abiertas fue observada una condición fisiológica más alta, en términos de su relación concha-masa de sus tejidos. Fue observada una relación entre el patrón de crecimiento de los individuos colocados en los 4 elementos de confinamiento y la disponibilidad de alimento (seston orgánico y clorofila a) durante el periodo de estudio las variables ambientales variaron entre 24,9 Y 30,9°C (temperatura), 36 y 39 ‰ (salinidad), <7 mg/L (oxígeno). Los valores observados en estas ultimas variables ambientales sugieren, que tanto el oxígeno como la salinidad no alcanzaron niveles que pudieran causar estrés fisiológico en los individuos cultivados. Las tendencias de las curvas de temperatura y la disponibilidad de alimento (seston orgánico y clorofila a) fueron inversas (patrón típico de zonas de surgencia costera y estratificación de las masas de agua), influenciando de manera similar el crecimiento de los individuos en los diferentes elementos de cultivo, por lo tanto, podemos concluir que el diseño de los diferentes elementos de confinamiento empleados para el cultivo de *P. imbricata* no influyo de manera significativa en sus patrones de crecimiento. No obstante, en términos económicos se recomienda el uso de los tubos de malla como método de cultivo alternativo, ya que generaron menores costos de producción.

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

**Contribuidores:**

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<b>Cesar Lodeiros</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
<b>Luis Freites</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
<b>Antulio Prieto</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

**Fecha de discusión y aprobación:**

Año    Mes    Día

<b>12</b>	<b>04</b>	<b>2011</b>
-----------	-----------	-------------

**Lenguaje:** spa \_\_\_\_\_

**Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
Tesis-MarquezA.doc	Application/word

**Alcance:**

**Espacial :**            **Nacional**            (Opcional)

---

**Temporal:**            **No temporal**            (Opcional)

---

**Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciado en Biología**

---

**Nivel Asociado con el Trabajo:**            **Licenciado**

---

**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 Adrian Márquez, autorizo a la universidad de Oriente la publicación de este trabajo para fines educativos.

---

---

---

---

---

---

---

---

Adrian J. Márquez. M

Cesar Lodeiros  
TUTOR

Luis Freites  
JURADO 1

Antulio Prieto  
JURADO 2

POR LA COMISIÓN DE TESIS:

