



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

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LA OSTR PERLA *Pinctada imbricata*
(RÖDING, 1798) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO SUSPENDIDO, EN
CUERDAS Y CESTAS JAPONESAS

(Modalidad: Tesis de Grado)

DULCE MARÍA JOSÉ SEMIDEY CARPINTERO

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

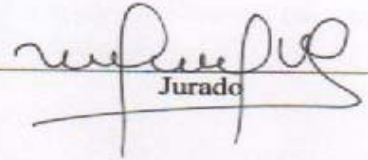
CUMANÁ, JULIO 2011

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LA OSTRA PERLA *Pinctada imbricata* (RÖDING, 1798) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO SUSPENDIDO, EN CUERDAS Y CESTAS JAPONESAS

APROBADO POR:



Prof. César Lodeiros
Asesor



Jurado



Jurado

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	4
Área de estudio	4
Bioensayo.....	5
Obtención de semillas.....	5
Factores ambientales.....	7
Fouling.....	8
Análisis estadísticos.....	8
RESULTADOS	10
VARIACIÓN MENSUAL DEL CRECIMIENTO DE <i>Pinctada imbricata</i>	10
Concha	10
Biso	10
Músculo	12
Resto de tejidos.....	12
Relaciones longitud de la concha, masa de los tejidos y biso.....	14
FACTORES AMBIENTALES.....	16
Físico-químicos.....	16
Bióticos	17
Fouling.....	19
DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA	29
HOJA DE METADATOS	33

DEDICATORIA

A mi HIJA HERMOSA, que es mi mayor felicidad y mi fuerza para alcanzar todas las metas propuestas.

A mi ESPOSO, por apoyarme y estar en todos estos momentos. Millones de gracias por la comprensión y paciencia TE AMO.

A mis PADRES Ángel y Elizabeth, por aconsejarme y darme el cariño brindado. Dándome la dicha de ser uno de sus frutos. BESOS!

A mis HERMANAS: Eliangel, Rosangela, María Angélica y Victoria Daniela por momentos bellos, por ser parte de mí, y por ser tan especiales en mi vida. LAS ADORO!

A Carlos Miguel por darme ayuda y ser parte de mi entorno.

A mis abuelos, tíos y primos LINDOS que de una u otra manera me alentaron y me brindaron la confianza durante este camino tan maravilloso MUCHAS GRACIAS, LOS QUIERO MUCHO!

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por darme la oportunidad de existir!

Al Prof. Cesar Lodeiros por su gran asesoría, orientación y aporte de conocimientos brindándome apoyo en todo momento.

A FIDAES por su valiosa colaboración institucional y todo el apoyo brindado.

Al personal que labora en la Estación Hidrobiológica de Turpialito EHT, por su gran ayuda.

Al Prof. Miguel Guevara y a los compañeros del Laboratorio de Acuicultura por toda la ayuda y orientación prestada.

A Ana Verónica, por sus consejos y por los momentos duros en la carrera, por los tiempos agradables y maravillosos. AMIGOS ESTARAN SIEMPRE EN MÍ. MUCHA SUERTE!

Agradezco de forma general a todos los profesores que con constancia guiaron cada uno de mis pasos para alcanzar este logro. GRACIAS!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la zona de cultivo de <i>P. imbricata</i> en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela	4
Figura 2. Diseño experimental del bioensayo. (En la imagen se presenta sólo la cantidad de réplicas utilizadas para un muestreo mensual).....	5
Figura 3. Crecimiento mensual en longitud (a), ancho (b) y alto (c) de la concha de <i>P. imbricata</i> bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, durante octubre de 2007 a abril de 2008 en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.	11
Figura 4. Crecimiento mensual del biso de <i>P. imbricata</i> bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.	12
Figura 5. Variación mensual de la masa seca del músculo (a) y el resto de tejido (b) de <i>P. imbricata</i> bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesa, durante octubre de 2007 a abril de 2008 en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.....	13
Figura 6. Relación logarítmica de la longitud de la concha con el músculo (a), resto de los tejidos (b) y biso (c) para los organismos cultivados en cuerdas y cestas japonesas.	14
Figura 7. Supervivencia de <i>P. imbricata</i> (7a) y cuantificación del número de <i>Cymatium</i> sp. (7b), encontrados bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.	15
Figura 8. Variación de la temperatura (a), oxígeno disuelto (b) y la salinidad (c) durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.	17
Figura 9. Variación quincenal de la clorofila <i>a</i> (a) y seston total y orgánico (b), durante el periodo octubre de 2007 a abril de 2008 en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.....	18
Figura 10. Variación mensual del <i>fouling</i> depositado en la concha de <i>P. imbricata</i> suspendida en cuerdas y cestas japonesas durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.	19
Figura 11. Plano ortogonal de las variables ambientales (T= Temperatura, OD= Oxígeno disuelto, S= Salinidad, Clo= Clorofila, ST= Seston Total, SO= Seston Orgánico, F= <i>Fouling</i> y los parámetros de crecimiento (M= Músculo, RT= Resto de Tejido, Lc= Longitud de la concha, ANc= Ancho de la concha, Alc= Alto de la concha y la supervivencia (SP) de <i>P. imbricata</i> cultivada en cuerdas y cestas japonesas suspendidas, durante los meses de noviembre de 2007 a abril de 2008 en Turpialito, Estado Sucre, Venezuela.....	20

RESUMEN

El crecimiento y la supervivencia de la ostra perla *Pinctada imbricata* fue evaluado bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, desde octubre de 2007 hasta abril de 2008. Se determinó mensualmente, la supervivencia, así como la dimensión de la concha (longitud, alto y ancho) y masas del músculo, resto de tejido, biso y *fouling* de cada ostra. Bimensualmente se determinó la variación de los factores ambientales salinidad, temperatura, clorofila *a*, seston y oxígeno disuelto. El patrón de crecimiento en ambos sistemas de cultivo fue similar; no obstante, en el último mes del experimento, las ostras en el sistema de cuerdas alcanzaron valores significativamente mayores en el alto de la concha ($21,45 \pm 1,47$ mm) y en la masa seca del biso ($0,07 \pm 0,02$ g), mientras que para las ostras del sistema de cestas fue mayor el largo ($49,4 \pm 3,85$ mm) y el ancho ($39,9 \pm 2,89$ mm). En ambos sistemas de cultivo el crecimiento del músculo fue exponencial y no muestran diferencias significativas ($F_s = 0,4097$, $P > 0,05$); al final del estudio, los organismos en cestas alcanzaron $0,23 \pm 0,07$ g y los de las cuerdas $0,20 \pm 0,07$ g. A pesar de la diferencia en el patrón de crecimiento en el peso del resto de tejido durante la experiencia, los análisis estadísticos aplicados no mostraron diferencias significativas en los sistemas de cultivos utilizados ($F_s = 0,7276$, $P > 0,05$), en el último mes del estudio los organismos en cestas alcanzaron los $0,39 \pm 0,109$ g y los mantenidos en cuerdas $0,29 \pm 0,09$ g. La supervivencia mostró un patrón similar en ambos sistemas de cultivo, los organismos en cuerdas se mantuvieron entre el 70 y 80% de supervivencia durante el período del estudio; sin embargo, en el sistema de cestas hubo mortalidades notables desde diciembre 2007 hasta marzo de 2008, en el mes de abril la supervivencia alcanzó un 57% para las ostras en cestas y un 78% para las de cuerdas. La cuantificación del número de *Cymatium* sp. fue notable para los ejemplares de las cestas, encontrándose para el mes de enero el mayor número de este gasterópodo, mientras que en el sistema de cuerdas no se observó. Hay correlatividad de los factores ambientales y los parámetros de crecimiento, puesto que la clorofila *a* posee una fuerte asociación positiva con el crecimiento de la especie en estudio. A partir de febrero de 2008 la biomasa seca del *fouling* se incrementó exponencialmente en ambos sistemas, alcanzando valores mayores en los organismos cultivados en cuerdas ($9,42 \pm 2,65$ g). Los resultados favorables al crecimiento y supervivencia en las cuerdas unido a la percepción de menores costos para la elaboración de dicho elemento de cultivo, permiten recomendar la utilización de cuerdas para el cultivo de *Pinctada imbricata*.

INTRODUCCIÓN

Los bivalvos incluyen más de 8 000 especies; esta clase del phylum Mollusca, además de ser uno de los grupos con mayor biodiversidad, se encuentra entre las más antiguas, conociéndose con diversos nombres vulgares como almejas, ostras, ostiones, mejillones, etc., y han sido utilizados como organismos modelos para estudios en ecotoxicología (Lodeiros *et al.*, 1999), su mayor importancia radica en que suplen demandas y necesidades alimenticias de gran parte de la población mundial (Hicks y Tunell, 1993; Pillay, 1997).

En la zona nororiental de Venezuela se ha prestado particular atención al cultivo de varias especies de moluscos bivalvos tales como el mejillón marrón (*Perna perna*), la ostra de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) y la ostra americana (*Crassostrea virginica*), las cuales han sido objeto de cultivo comercial, así como otras especies con las cuales se han desarrollado cultivos experimentales, como los pectínidos *Euvola (Pecten) ziczac*, *Nodipecten (Lyropecten) nodosus* y *Argopecten nucleus*, el mejillón verde (*Perna viridis*), el hacha o rompechinchorro (*Pinna carnea*) y las ostras perleras *Pteria colymbus* y *Pinctada imbricata* (Lodeiros y Freitas 2008). De estas especies, se ha prestado gran atención al cultivo de *P. imbricata*, debido a su posible dualidad de producción, dirigida ya sea para el consumo o para la producción de perlas. *P. imbricata* pertenece al orden Pteroida y dentro del mismo a la familia Pteriidae. Presenta una concha redondeada, frágil, nacarada en el interior y en su exterior colores que varían desde marrón a amarillo hasta el verde. Se distribuye en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta Brasil (Lodeiros *et al.*, 1999). En Venezuela habita principalmente en la zona costera nororiental (León *et al.*, 1987) donde se desarrolla una actividad socioeconómica relevante debido a la explotación artesanal para comercializar la pulpa y no para la extracción de perlas, como se hacía en la época de la colonia

En Venezuela se han realizado trabajos sobre la reproducción de la ostra *P. imbricata* (Ruffini, 1984; León, 1986; Jiménez *et al.*, 2000) que condujeron a establecer que la

especie posee una reproducción típica de un organismo tropical, es decir, con actividad reproductiva a lo largo de todo el año, lo cual permitiría un continuo reclutamiento de juveniles para ser utilizados como semilla para los cultivos. Marcano *et al.* (2005), por medio de rastra artesanal, realizaron un experimento colectando ostra perlera para estudiar el crecimiento y su mortalidad, obteniendo altas tasas de crecimiento y sugirieron a la especie como de gran potencial para actividades de acuicultura; Núñez *et al.* (2006), con la finalidad de evaluar cuál es el mejor tipo de colector para la captación de semillas de moluscos, compararon varios tipos de substratos artificiales en base a la textura: blandos (malla mosquitera, malla negra de filamento y cuerdas de sisal) y duros (tubos de PVC y láminas de asbesto) y concluyeron que la mayor captación se obtuvo en la malla mosquitero. Lodeiros *et al.* (2002), en su estudio sobre el crecimiento y supervivencia de *P. imbricata*, demostraron que tiene un mejor crecimiento en condiciones de cultivo suspendido que de fondo. Estos resultados han mostrado una gran factibilidad del cultivo de *P. imbricata*, la cual puede ser cultivada de forma suspendida en líneas largas o *long line* como las utilizadas por Trujillo *et al.* (2007).

Algunos países han desarrollado el cultivo de moluscos bivalvos aplicando la técnica clásica japonesa, basada en la captación de postlarvas en el medio ambiente marino y utilizando diferentes elementos de cultivo como las cestas japonesas (*pearl nets*), cestas linternas (*lanter nets*), cestas bolsilleros (*pocket nets*), o cestas con mayor magnitud (*mansion nets*), suspendidas en un *long line* o línea larga colocadas en el mar (Ventilla, 1982; Aoyama, 1989). No obstante, el alto costo de estas cestas condujo a países como Canadá a realizar esfuerzos para reducir los costos de producción mediante la innovación o aplicación de equipos y técnicas modificadas (Wildish *et al.*, 1988; Parson y Danswell, 1994). Hasta el presente, los estudios realizados para determinar la factibilidad de cultivo de *P. imbricata* han utilizado bolsas y cajas suspendidas en un *long line*, resultando que en cajas la colecta es mejor, por su fácil manipulación, y porque la colecta se puede comparar con el crecimiento de una población en su hábitat natural. (Urban, 2000; Lodeiros, 2002). No obstante, se estima que *P. imbricata*, por segregar bisco de forma similar a los mitílidos, pueda adaptarse al sistema de cultivo en

cuerdas, como los usados en el cultivo para mejillones, lo que indudablemente disminuiría los costos de producción con una mayor rentabilidad.

La factibilidad biológica de una especie en actividades de acuicultura generalmente está relacionada con la influencia de factores endógenos (genética del organismo, gametogénesis) y/o exógenos (factores ambientales), siendo éstos últimos los que mayormente pueden influenciar cambios sobre el crecimiento y supervivencia de moluscos bivalvos (Lodeiros *et al.*, 1993; Román *et al.*, 2001), por lo tanto todas estas variables han de ser consideradas al momento de seleccionar u optimizar el cultivo de una especie en un lugar determinado.

En el presente trabajo se estudió el crecimiento y la supervivencia de *Pinctada imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido “confinadas” en cuerdas y cestas japonesas, además de determinar la influencia de los factores ambientales.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en la costa aledaña a la Estación Hidrobiológica de Turpialito del Instituto Oceanográfico de Venezuela, de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre (EHT-IOV-UDO), ubicada en el Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela ($10^{\circ} 26' 56''$ N $64^{\circ} 02' 00''$ O) (Fig. 1).

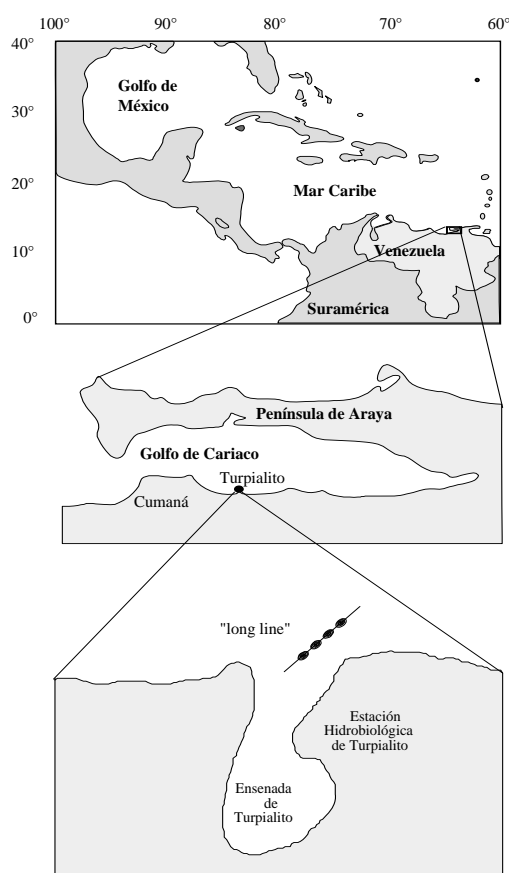


Figura 1. Mapa de la zona de cultivo de *P. imbricata* en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela

Esta zona se distingue por poseer un sustrato básicamente arenoso, en el cual predominan partículas gruesas de tamaño variable que se hacen más pequeñas a medida que aumenta la profundidad. Los vientos, que prevalecen con dirección este-noreste, provocan periódicamente el fenómeno de surgencia costera que permite el ascenso de

aguas profundas cargadas de nutrientes a capas intermedias y superficiales del golfo, lo que genera una mayor producción fitopláctónica asociada a temperaturas bajas. La zona posee poca influencia de agua dulce a excepción del período de lluvia que acontece anualmente, sin embargo, la evaporación es superior a la precipitación (Okuda *et al.*, 1978; Ferraz-Reyes, 1987; Lodeiros y Himmelman, 1999).

Bioensayo

El estudio consistió en comparar el crecimiento y la supervivencia de la ostra perla *Pinctada imbricata*, cultivada en cestas japonesas (*pearl nets*) y en cuerdas, suspendidas a 6 m de profundidad de un *long line* o línea larga (Fig. 2).

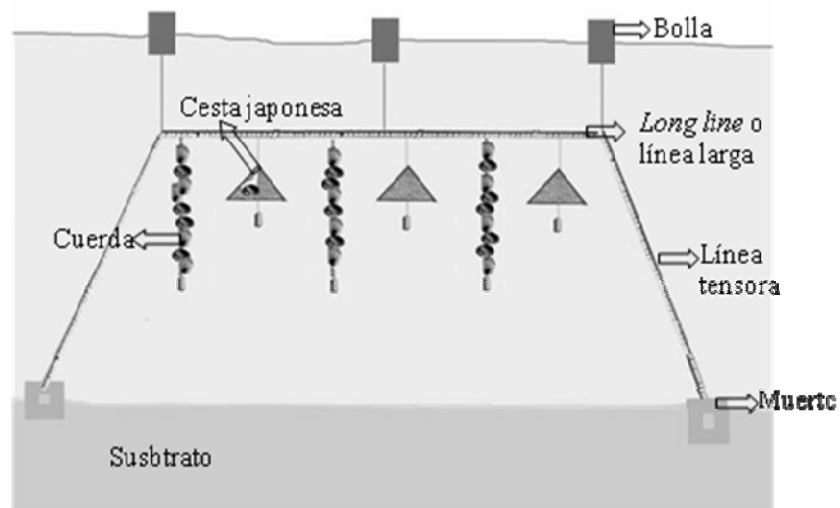


Figura 2. Diseño experimental del bioensayo. (En la imagen se presenta sólo la cantidad de réplicas utilizadas para un muestreo mensual).

Obtención de semillas

Las "semillas" (juveniles) de *P. imbricata* fueron obtenidas 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. Las semillas se transportaron en cavas isotérmicas a la zona de cultivo (EHT-IOV-UDO),

donde se aclimataron durante una semana, en cestas japonesas (*pearl nets*) suspendidas del *long line* o línea larga a la profundidad de 4 m.

Luego de la aclimatación, las semillas se seleccionaron en tallas de $(14,7 \pm 2,99 \text{ mm})$, para obtener un grupo homogéneo. De este grupo se tomaron 20 y se les determinó la longitud de la concha y biomasa de los tejidos.

Las semillas se sembraron en 18 cuerdas y en 18 cestas de aproximadamente 1,30 m de largo; con la finalidad de extraer tres (3) réplicas mensuales de cada sistema, durante un período de 6 meses (noviembre de 2007 hasta abril de 2008). En cada réplica de cuerda y cesta se sembraron 10 semillas. Para la siembra en las cuerdas se utilizó una malla biodegradable (tejido textil nylon), utilizada para la siembra de mejillones. Esta malla permite, en los primeros días, sostener las semillas en la cuerda, mientras ellas segregan bisco para adherirse, después de un tiempo aproximado de 10-15 días la malla se degrada y las ostras quedan fijas a la cuerda.

El crecimiento y la supervivencia de los organismos se estimaron con una periodicidad mensual. El crecimiento se determinó en todos los organismos colectados midiendo las dimensiones de la concha con un vernier digital (Mytutoyo; 0,01 mm de apreciación) según el largo o eje antero-posterior máximo, el alto o eje dorso-ventral máximo y el ancho o distancia máxima entre las valvas. Aparte de ello, se determinó la biomasa seca del bisco, músculo y resto de tejidos. Para estos últimos se diseco cada concha separándolos y posteriormente se sometieron a un tratamiento de deshidratación (60-70°C/72 h), para luego pesarla en una balanza (Acculab ALC; 0,0001 g de apreciación). La supervivencia se midió mensualmente mediante el recuento de los ejemplares vivos en los sistemas de cultivos. Para ver la influencia de *Cymatium* sp. en la supervivencia se hizo su cuantificación mediante el conteo de los mismos en cada uno de los sistemas de cultivo, (cuerdas y cestas).

Factores ambientales

Para estimar la influencia de los factores ambientales (temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, clorofila *a*, seston total, orgánico e inorgánico y *fouling*) en el crecimiento y la supervivencia, se determinaron los factores relacionados con la modulación fisiológica del crecimiento en moluscos bivalvos (Lodeiros y Himmelman 2000).

La temperatura se determinó utilizando un termógrafo electrónico Sealog-Vemco instalado en el lugar de experimentación.

El oxígeno disuelto, la salinidad y la disponibilidad de alimento se determinaron quincenalmente a través de la toma de muestras de agua por triplicado en el sitio de cultivo, con una botella Niskin de 2 l de capacidad. Un volumen de 375 ml fueron utilizados para determinar el oxígeno disuelto por el método de Winkler según recomendaciones de Strickland y Parsons (1972) y la salinidad a través de un refractómetro manual Atago S/Mill: 0-100‰. 2 l de agua fueron filtradas a través de un tamiz de 153 µm para eliminar el macroplankton y destinadas para la clorofila *a* y el seston, siendo depositada en contenedores oscuros para ser trasladados al laboratorio de Acuicultura del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente, donde se filtró (submuestras de 1 l) a través de filtros Whatman GFF (0,7 µm de tamaño de poro) usando un equipo de filtración Millipore.

La disponibilidad de alimento se estimó mediante la determinación del seston y sus componentes (biomasa fitoplanctónica, seston total, inorgánico y orgánico). La biomasa fitoplanctónica se estimó mediante la determinación de la concentración de la clorofila *a*, siguiendo las recomendaciones de Strickland y Parsons (1972); los filtros con las muestras retenidas se colocaron en tres (3) tubos de ensayo previamente identificados, cada tubo contenían 5 ml de acetona al 90%, los cuales se mantuvieron durante 24 horas a 4°C. Posteriormente se maceraron con una varilla de vidrio y se centrifugaron a 5 000 rpm durante 15 min, para luego leer la absorbancia (665 y 750 nm) de los extractos, sin y con ácido clorhídrico (2 mol/l) en un espectrofotómetro Jenway 6405 UV/vis. Para la

determinación del seston, se procedió a filtrar 1 l de agua con los filtros (previamente pesados antes de la filtración al vacío) y con la retención sestónica, previo lavado con formiato de amonio al 3%, se colocaron a una estufa a 60°C durante 24 h, determinando su peso (seston total) en la balanza analítica, para luego someterlos al quemado en una mufla (450°C/4 h). El material resultante después de la incineración representa el seston inorgánico. La diferencia de los pesos entre el seston total y el inorgánico representa el seston orgánico.

Fouling

Considerado como material y organismos epibiontes incrustantes sobre la concha del bivalvo, se estimó como otro factor biótico ambiental. Este material fue extraído mensualmente de la concha de las ostras para determinar su masa seca mediante un tratamiento de deshidratación a 60-70°C por 48 h.

Análisis estadísticos

Para comparar el crecimiento de *P. imbricata* en ambos sistemas de cultivo, a cada uno de los parámetros (dimensión de la concha, masa seca del biso, músculo y resto de tejido) se les aplicó un análisis de variancia doble (ANOVA II), tomando como factores el tiempo (meses) y los sistemas de cultivo (cestas japonesas y cuerdas). A los factores que mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) se les aplicó un análisis *a posteriori* de Duncan ($P = 0,05$). Previa utilización de los estadísticos paramétricos antes mencionados, se determinó la normalidad y homogeneidad de variancias en función de cumplir los supuestos para los mismos. Todas estas pruebas se realizaron siguiendo las recomendaciones en Zar (1984).

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 biso) utilizando todos los organismos. Las pendientes de cada una de las

regresiones fueron contrastadas para cada uno de los tratamientos, a través de las comparaciones de pendientes, siguiendo las recomendaciones en Zar (1984).

Para determinar la influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata*, se realizó un análisis de componentes principales ACP, utilizando el programa Statgraphics versión 5.0, teniendo como base descriptiva de las asociaciones un sistema ortogonal que incluye el tiempo de estudio.

RESULTADOS

VARIACIÓN MENSUAL DEL CRECIMIENTO DE *Pinctada imbricata*

Concha

De forma general el patrón de crecimiento en dimensión de la concha (longitud, ancho y alto) tanto en cestas como en cuerdas fue similar en el tiempo aunque si se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) (Fig. 3), caracterizado por un incremento en el crecimiento en los primeros meses y en los dos últimos meses, pero con un estancamiento en los meses intermedios. Los análisis de variancia aplicados tanto para la longitud, el ancho y el alto de la concha, determinan diferencias significativas (ANOVA II, $P < 0,05$) para el sistema de cultivo utilizado y el tiempo del experimento. La longitud y el ancho de la concha en el sistema de cestas fueron significativamente mayores al final del estudio, sin embargo, el alto de la concha fue mayor en el sistema de cuerdas. No fueron detectadas diferencias significativas en ningunas de las dimensiones de la concha (ANOVA II, $P > 0,05$) entre los primeros meses del experimento (de noviembre a diciembre de 2007) y meses intermedios (de diciembre 2007 a febrero de 2008), mientras que de febrero a abril de 2008 (final del estudio) si fueron establecidas diferencias significativas (ANOVA II, $P < 0,05$).

Los organismos en el sistema de cestas alcanzaron los $49,4 \pm 3,85$ mm en longitud, $39,9 \pm 2,89$ mm en ancho y $19,99 \pm 1,09$ mm en alto, durante el último mes del experimento, mientras que los organismos mantenidos en cuerdas alcanzaron $41,76 \pm 3,08$ mm, $33,55 \pm 1,00$ mm y $21,45 \pm 1,47$ mm respectivamente.

Biso

La masa del biso fue similar durante todo el experimento para ambos sistemas excepto en el último mes, cuando los organismos de las cuerdas obtuvieron una masa ($0,07 \pm 0,02$

g) significativamente (ANOVA II, $P < 0,05$) mas alta (mas del doble) que la masa obtenida por los organismos de las cestas ($0,02 \pm 0,01$ g) (Fig. 4).

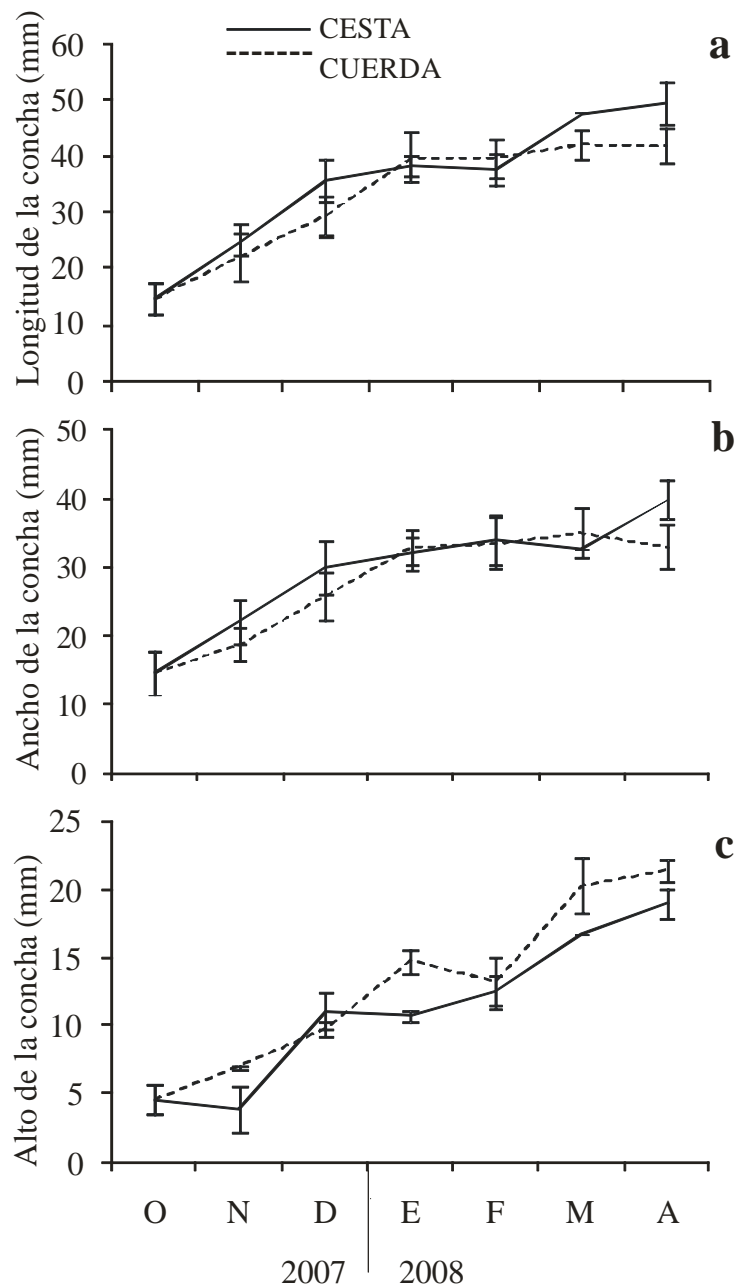


Figura 3. Crecimiento mensual en longitud (a), ancho (b) y alto (c) de la concha de *P. imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, durante octubre de 2007 a abril de 2008 en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

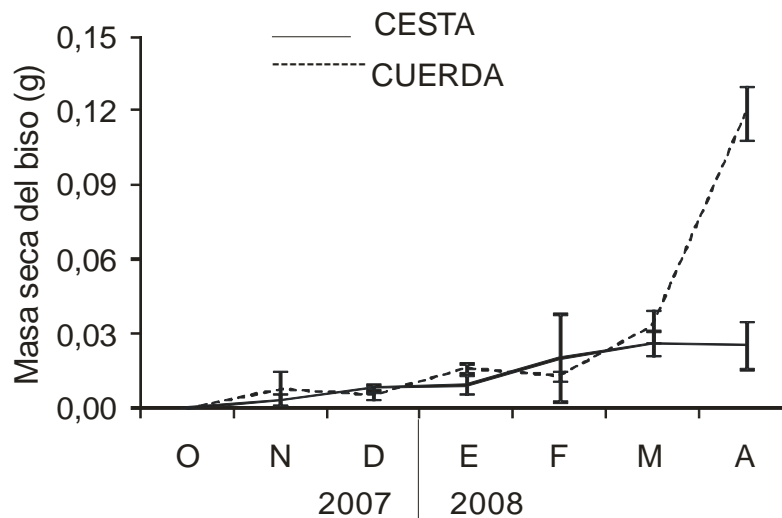


Figura 4. Crecimiento mensual del bicho de *P. imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

Músculo

El patrón de crecimiento del músculo en los organismos cultivados para ambos sistemas es de tipo exponencial (Fig. 5a), y no muestra diferencias significativas entre los sistemas ($F_s = 0,4097$, $P > 0,05$). Durante los dos primeros meses no existe crecimiento, sin embargo, el resto de los meses se observó un crecimiento exponencial que fue notablemente mayor en el último mes para los organismos cultivados en cestas. Al final del estudio, los organismos en cestas alcanzaron $0,23 \pm 0,07$ g y los de las cuerdas $0,20 \pm 0,07$ g.

Resto de tejidos

A diferencia del patrón de crecimiento del músculo, el del resto de tejidos fue diferente, particularmente el de los organismos en cuerdas, en los que se observó un crecimiento abrupto de diciembre de 2007 a enero de 2008 con un período de no crecimiento entre enero y marzo, seguido de un decrecimiento al final del estudio (Fig. 5b); en contraste con los organismos en cestas que se mantuvieron con un crecimiento continuo.

A pesar de la diferencia en el patrón de crecimiento que muestran las medias mensuales durante la experiencia, los análisis estadísticos aplicados no mostraron diferencias significativas en los sistemas utilizados ($F_s = 0,7276$, $P > 0,05$), esto fue debido a la gran variabilidad intermensual de los valores absolutos del resto de tejidos de los organismos en cuerdas. Al final del estudio los organismos en cestas alcanzaron los $0,39 \pm 0,109$ g y lo mantenidos en cuerdas $0,29 \pm 0,09$ g.

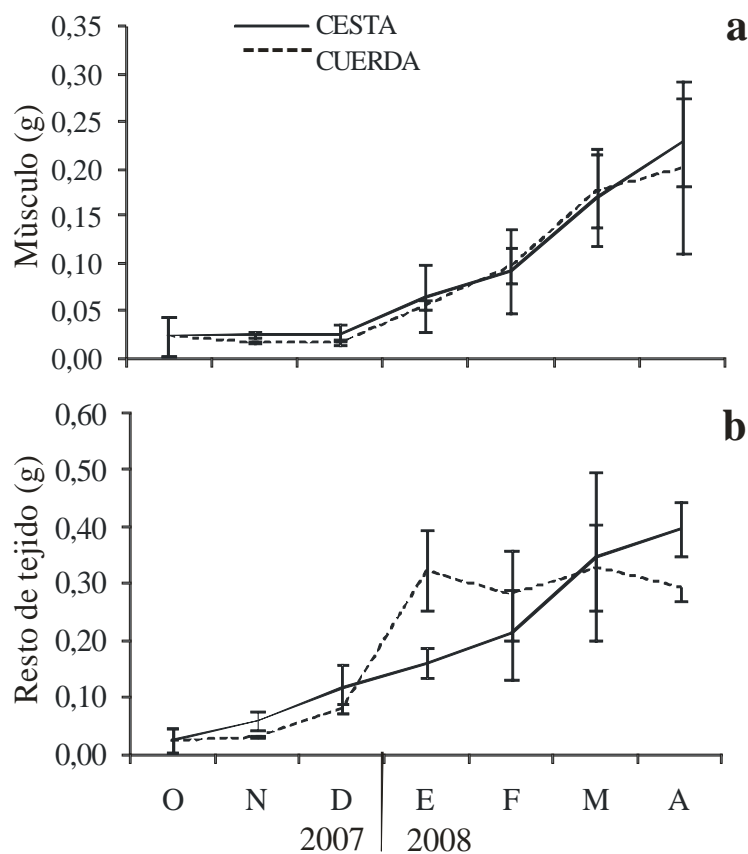


Figura 5. Variación mensual de la masa seca del músculo (a) y el resto de tejido (b) de *P. imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesa, durante octubre de 2007 a abril de 2008 en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

Relaciones longitud de la concha, masa de los tejidos y biso

A pesar de las diferencias encontradas al final del estudio, la relación de la longitud de la concha con respecto a las masas secas del músculo, resto de tejidos y el biso, fueron diferentes, mostrando significativamente ($P < 0,05$) mayores pendientes en las relaciones de los organismos cultivados en cuerdas (Fig. 6).

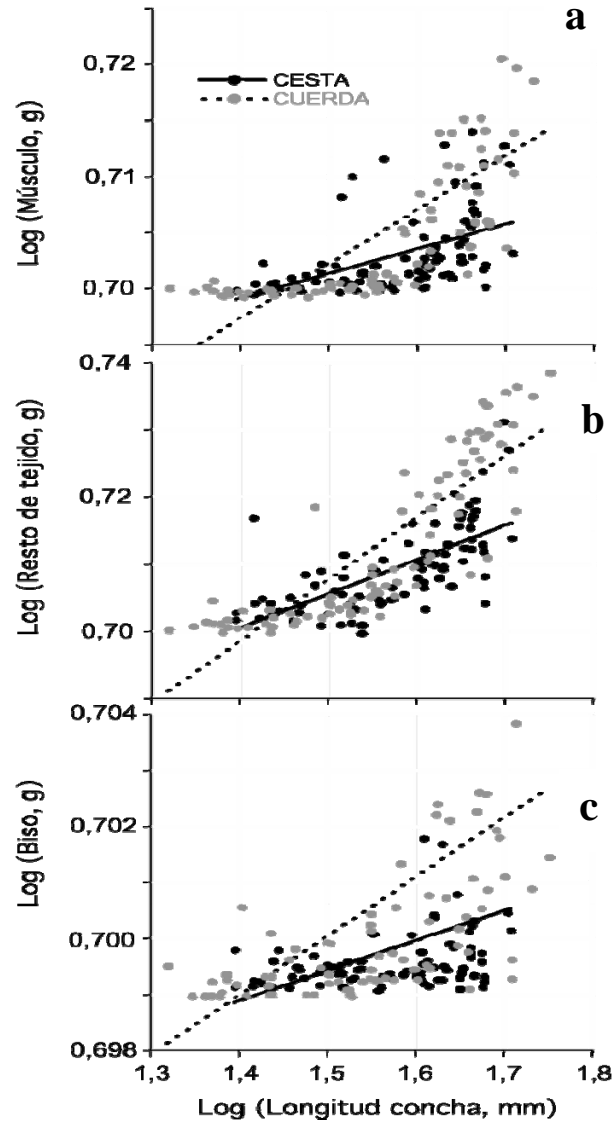


Figura 6. Relación logarítmica de la longitud de la concha con el músculo (a), resto de los tejidos (b) y biso (c) para los organismos cultivados en cuerdas y cestas japonesas.

SUPERVIVENCIA Y CUANTIFICACIÓN DEL NÚMERO DE *Cymatium* sp.

Los organismos en cuerdas presentaron entre el 70 y 80% de supervivencia durante todo el período de estudio; sin embargo, en el sistema cestas hubo mortalidades notables, particularmente durante mediados de diciembre 2007, enero de 2008 y entre mediados de febrero y de marzo de 2008 (Fig. 7a). Al final del estudio se alcanzó un promedio de 57% de supervivencia para los ejemplares en cestas y 78% para los de cuerdas. En la figura (7b) se observa la cuantificación del número de *Cymatium* sp. encontrados en ambos sistemas de cultivo donde, para el sistema de cuerdas no hubo presencia de *Cymatium* sp. sin embargo para el mes de enero se encontró en el sistema de cestas mayor cantidad de este gasterópodo.

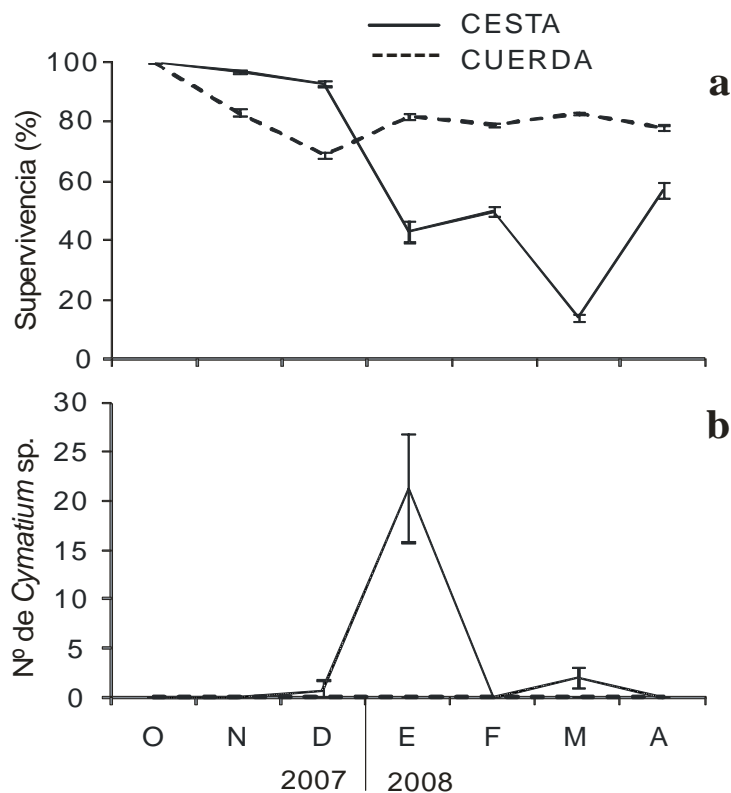


Figura 7. Supervivencia de *P. imbricata* (7a) y cuantificación del número de *Cymatium* sp. (7b), encontrados bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

FACTORES AMBIENTALES

Físico-químicos

La temperatura durante los dos primeros meses de muestreo (octubre y noviembre de 2007) fue alta (28,2-28,4°C), para luego disminuir continuamente hasta mediados del mes de marzo y de abril 2008, cuando se registran las temperaturas mínimas (22,4-23,8°C), al final del estudio (Fig. 8a).

La concentración de oxígeno disuelto no presentó fluctuaciones periódicas notables y se mantuvo sobre los 4 mg/ml (Fig. 8b). De igual manera, la salinidad (Fig. 8c) mostró poca variabilidad, manteniéndose entre los 35 y 39‰, donde a mediados del mes de diciembre de 2007 se detecto 35‰ y un 39‰ para el mes de enero de 2008.

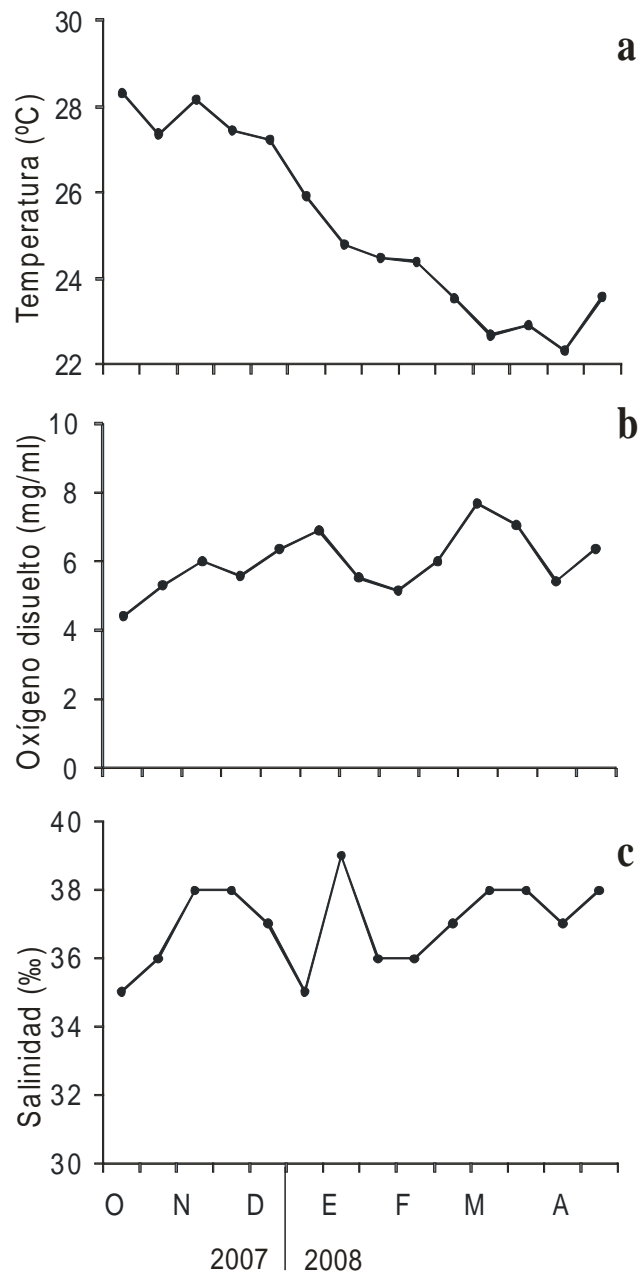


Figura 8. Variación de la temperatura (a), oxígeno disuelto (b) y la salinidad (c) durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

Bióticos

En la figura 9a se muestra la variabilidad en la concentración de la biomasa fitoplanctónica, estimada por la clorofila *a*, durante el período de estudio. Este factor muestra un patrón inverso al de la temperatura con valores por debajo de 2 $\mu\text{g/l}$. Los

cuatro primeros meses (octubre, noviembre, diciembre de 2007 y enero de 2008) se registraron valores inferiores de 0,5 $\mu\text{g/l}$, para posteriormente alcanzar un valor de 1,70 $\mu\text{g/l}$ en marzo, lo que contrasta con los bajos valores de temperatura ocurridos durante el mismo período. En el último mes del experimento (abril) los valores de clorofila *a* descienden a 0,70 $\mu\text{g/l}$.

El seston total muestra gran variabilidad a través del año, obteniéndose valores desde 6 a 24 mg/l con períodos máximos en noviembre, diciembre de 2007 y abril de 2008 (Fig. 9b). Sin embargo, el seston orgánico se mantiene con poca variabilidad, en un rango con valores relativamente menor de 2 a 6 mg/l al del seston total. Esto muestra que la variabilidad del seston total es debido al seston inorgánico.

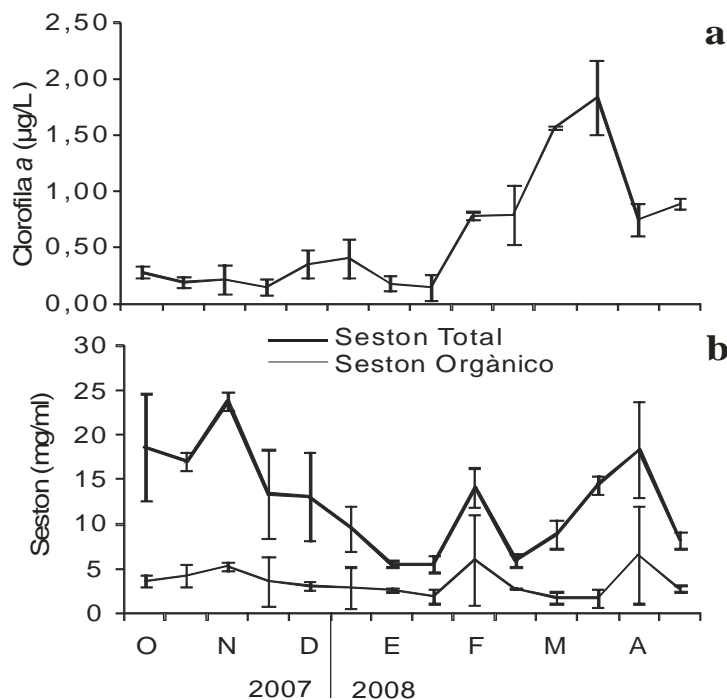


Figura 9. Variación quincenal de la clorofila *a* (a) y seston total y orgánico (b), durante el periodo octubre de 2007 a abril de 2008 en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

Fouling

Durante los cinco primeros meses del bioensayo (octubre de 2007 a febrero de 2008) se observaron pocos organismos incrustantes en la concha de *P. imbricata* (Fig. 10). No obstante, a partir de febrero la biomasa seca del *fouling* incrementó exponencialmente en ambos sistemas, alcanzando valores mayores en los organismos cultivados en cuerdas ($9,42 \pm 2,65$ g), aunque no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$).

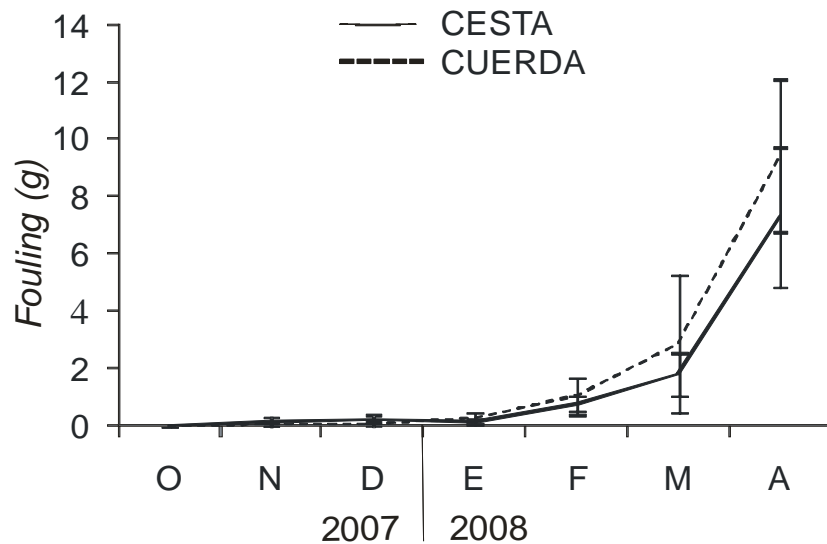


Figura 10. Variación mensual del *fouling* depositado en la concha de *P. imbricata* suspendida en cuerdas y cestas japonesas durante octubre de 2007 a abril de 2008, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

La figura 11 muestra el análisis de componentes principales (ACP), el cual consiste en analizar una amplia data para así poder reducirla y proyectarla en un plano ortogonal con las asociaciones de las variables ambientales y los parámetros de crecimiento y supervivencia de *P. imbricata* en los diferentes sistemas de cultivo. Para ambos sistemas se observa que la clorofila *a* posee una fuerte asociación positiva con los parámetros de crecimiento de la especie en estudio, mientras que la temperatura y la clorofila *a* están asociados entre sí de forma inversa. La temperatura y la concentración de oxígeno mostraron tener una asociación negativa con la supervivencia en el plano negativo en ambos sistemas de cultivo. En el sistema de cestas el porcentaje acumulado de los

componentes incluye un 78,31% de la confiabilidad de los datos, mientras que para el sistema de cuerdas incluyó un 86,11%

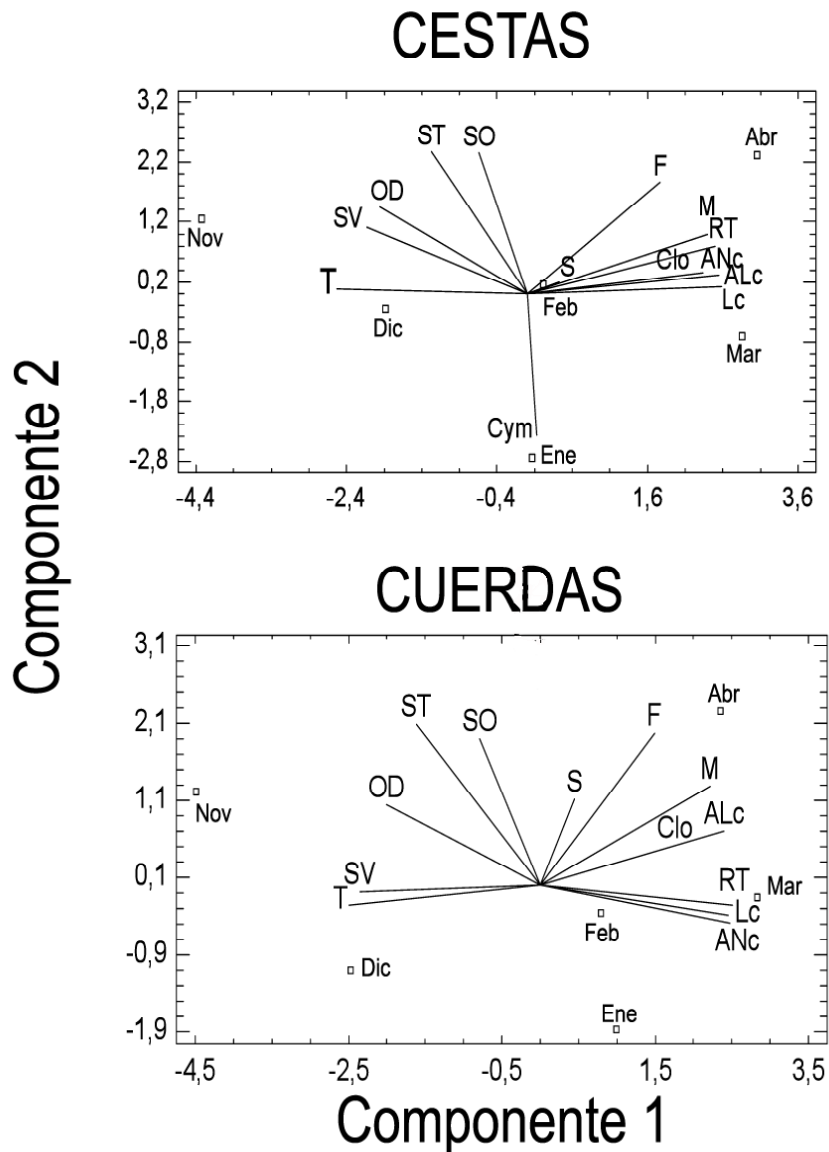


Figura 11. Plano ortogonal de las variables ambientales (T= Temperatura, OD= Oxígeno disuelto, S= Salinidad, Clo= Clorofila, ST= Seston Total, SO= Seston Orgánico, F= *Fouling* y los parámetros de crecimiento (M= Músculo, RT= Resto de Tejido, Lc= Longitud de la concha, ANc= Ancho de la concha, Alc= Alto de la concha y la supervivencia (SP) de *P. imbricata* cultivada en cuerdas y cestas japonesas suspendidas, durante los meses de noviembre de 2007 a abril de 2008 en Turpialito, Estado Sucre, Venezuela.

DISCUSIÓN

Los ejemplares de *P. imbricata* para ambos sistemas mostraron un crecimiento significativo y similar durante los primeros meses del estudio; sin embargo, en los meses finales los valores fueron diferentes para algunos parámetros de crecimiento como: la longitud dorso-ventral (largo) y antero-posterior (ancho) fue superior para los individuos mantenidos en las cestas japonesas que en las cuerdas; en contraste con la longitud entre valvas (alto) y la masa del biso donde los individuos de la cuerda resultaron ser mayores. En los demás parámetros de crecimiento en tejidos (músculo y resto de tejido) no existieron diferencias significativas.

La mayor longitud dorso-ventral y antero-posterior de la concha de los organismos de las cestas, probablemente fue debida a la protección de la malla, la cual no permite organismos depredadores que pudieran eliminar lamelas de crecimiento en la concha, y así determinar mayor longitud en dichos organismos. Aunque en el presente estudio no se determinó la cantidad y medida de lamelas de crecimiento, una apreciación personal fue que los organismos de las cestas poseían más y mayores lamelas nuevas y eran de concha más frágil. La mayor longitud en la distancia entre valvas (alto) para los organismos en las cuerdas pudo ser a expensas de un crecimiento más globoso debido a la disposición de las ostras en las cuerdas o bien a la reducción de crecimiento en las otras longitudes. La forma globosa de la concha por interrupción del crecimiento en longitud dorso-ventral y antero-posterior, ha sido utilizado para obtener mayor cantidad de músculo en cultivos experimentales de pectínidos, como por ejemplo el cultivo en sistemas de bolsas de *Nodipecten nodosus* en condiciones de suspensión en el Golfo de Cariaco (Freites y Nuñez, 2001).

Las relaciones longitud de la concha con los diferentes parámetros de crecimiento mostraron que las pendientes de las mismas fueron siempre mayores para los

organismos cultivados en cuerdas, sugiriendo una mejor condición fisiológica que los cultivados en cestas.

El biso está compuesto por filamentos que segregan algunos bivalvos para la fijación a sustratos; al final del experimento, tanto para los organismos cultivados en cuerdas como cestas japonesas, la masa del biso incrementó de forma exponencial, probablemente por la necesidad de soportar la demanda de mayor peso debido a la mayor cantidad de *fouling* depositada en la concha y del propio organismo en los últimos meses del bioensayo. Por otra parte, la mayor cantidad de masa del biso en los organismos cultivados en cuerdas se debió probablemente a que no poseían un sustrato horizontal, que pudo sostener, en parte, el peso de la ostra y contrarrestar mayormente el efecto de oscilación del sistema (debido al oleaje), como ocurrió en las cestas. Esta diferencia pudo generar un mayor gasto energético de la ostra en las cuerdas para segregar biso y con ello menor disposición energética para el crecimiento de otros compartimientos, particularmente de los tejidos. Sin embargo, al no encontrarse diferencias significativas en los tejidos de los organismos de las cestas y las cuerdas, es posible que la demanda de energía requerida para la formación de biso no sea cuantitativamente importante para que produzca diferencias en la canalización energética entre compartimientos del cuerpo de *P. imbricata*. En mitílidos, la energía destinada a la formación del biso es <15%, que no se considera elevada si la comparamos con la formación de concha (20-25%) o bien la producción de gametos, la cual puede llegar hasta un 90% (Griffiths y King, 1979, Hawkins y Bayne, 1985).

En el presente trabajo la mortalidad de los ejemplares en el sistema de cuerdas para los dos primeros meses puede atribuirse al efecto de la manipulación de los mismos durante el montaje del experimento, contribuyendo a ello la pérdida por desprendimiento, posteriormente la supervivencia se mantiene sobre el 80%. En contraste, los organismos de las cestas presentaron elevadas mortalidades (>40%) entre diciembre de 2007 y enero de 2008, siendo una de sus principales causas la incidencia de depredadores, generalmente gasterópodos del género *Cymatium* sp. la mayor incidencia de *Cymatium*

sp. en las cestas que en las cuerdas, pudo estar relacionada con la protección que las cestas le conferían, los cuales entran a las cestas como larvas, y crecen rápidamente para consumir ostras juveniles (Lodeiros *et al*, 2002).

Y en las cuerdas probablemente no le fueron un soporte adecuado para sostenerse y caían al fondo por acción de los movimientos del *long line* particularmente ejercidos por las olas.

Algunos cambios en los factores ambientales han demostrado tener una influencia en la condición fisiológica de moluscos bivalvos, entre ellos la temperatura, la salinidad y la disponibilidad de alimento, así como la depredación, los organismos y material que se depositan sobre las conchas o *fouling* (Griffiths y Griffiths, 1987; Thompson y MacDonald, 1991; Lodeiros y Himmelman, 2000). Durante los primeros meses de experimentación (octubre de 2007 a enero de 2008) el crecimiento de los ejemplares, tanto en el sistema de cuerdas como en el sistema de cestas, fue lento en biomasa. Este período coincide con un período de alta temperatura y baja disponibilidad fitoplanctónica, asociada a los procesos de estratificación del agua en la región (Ferraz-Reyes, 1987), lo cual sugiere un estrés fisiológico en las ostras, ya que se genera una elevada demanda energética por las temperaturas altas y la poca disponibilidad de alimento. Estos períodos son críticos para el cultivo de moluscos bivalvos en el Golfo de Cariaco (Lodeiros, 2006). No obstante, la temperatura y la disponibilidad de alimento no parecen haber afectado las tasas de crecimiento en talla de la concha, puesto que mostraron un crecimiento en los tres primeros meses del experimento. Este comportamiento de crecimiento de la concha independiente de la cantidad de alimento disponible también ha sido observado en otros bivalvos, y en el Golfo de Cariaco, como en la vieira *Euvola ziczac* (Lodeiros y Himmelman, 1994) u otros pectínidos (Thompson y MacDonald, 1991), refiriendo que la fijación de carbonato de calcio en la concha no requiere de grandes cantidades de energía como las requeridas para la producción de otros compartimientos, particularmente tejido reproductivo (Sudent y Vahl, 1982).

El crecimiento en biomasa (músculo y resto de tejido) se aceleró al incrementarse la disponibilidad de alimento, a partir del mes de febrero de 2008, con el aumento de la biomasa fitoplanctónica. La mayor producción de fitoplancton ocurre debido al fenómeno de surgencia costera característico de la zona, a causa de la acción de los vientos alisios y la topografía de la región, lo cual produce el ascenso de elementos nutritivos depositados en previos períodos de estratificación, y con ello la mayor producción primaria, ejercida principalmente por fitoplancton (Margalef, 1965; Okuda *et al.*, 1978; Okuda, 1981; Mendelli y Ferraz-Reyes, 1982, Ferraz-Reyes, 1987).

El análisis de componentes principales corrobora las observaciones correlativas de los factores ambientales y los parámetros de crecimiento, la clorofila *a* esta asociada positivamente con el crecimiento de la especie en estudio, donde la temperatura y la clorofila *a* están asociados de forma inversa (a menor temperatura mayor es la cantidad de biomasa fitoplánctonica) características frecuente de la zona en épocas de surgencia costera. La mencionada relación entre el aumento de la disponibilidad del fitoplancton y la aceleración de las tasas de crecimiento ya ha sido observada tanto en bivalvos cultivados en el Golfo de Cariaco (Lodeiros y Himmelman, 1994; Vélez *et al.*, 1995), como en otras regiones (Bernard, 1983; Bayne y Newell, 1983; Griffiths y Griffiths, 1987; Bricelj y Shumway, 1991; Thompson y MacDonald, 1991). Al igual que la biomasa fitoplanctónica, el seston total muestra una correlatividad con el crecimiento de *P. imbricata*, también este factor podría modular el crecimiento de *P. imbricata*. Sin embargo, la mayor variabilidad y cantidad del seston total obtenida en el presente trabajo es debido al seston inorgánico que constituyó, más del 60% del seston total, lo cual produciría una dilución del seston orgánico no adecuada para organismos filtradores (Widdows *et al.*, 1979, Griffiths y Griffiths, 1987, Lodeiros y Himmelman, 2000); aparte de ello, el seston orgánico, el cual contiene además de fitoplancton otros materiales orgánicos en suspensión, no mostró una correlatividad con el crecimiento de *P. imbricata*. En este sentido, los resultados indican que el crecimiento en biomasa de *Pinctada imbricata* se encuentra modulado por la biomasa fitoplanctónica.

Aunque en el análisis de componentes principales se muestra una posible influencia negativa del oxígeno con la supervivencia en ambos sistemas de cultivo, la variabilidad de este factor, así como la salinidad, no fue de una magnitud que pueda ejercer un efecto fisiológico en los organismos (Bernard, 1983). Por otra parte, el *fouling* mostró un aumento significativo al final del estudio en ambos sistemas, mas no parece haber afectado al crecimiento de los organismos, ello concuerda con la observación que el efecto negativo del *fouling* depositado en las conchas de los bivalvos se ve minimizado en aquellos con disposición vertical como *P. imbricata*, a diferencia de otros organismos de disposición horizontal como algunos pectínidos (Lodeiros, 2002).

Los resultados muestran que tanto en las cuerdas como en las cestas japonesas la ostra perla *Pinctada imbricata* cultivada en la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco, se desarrolló alcanzando en tan sólo 6 meses de cultivo tallas cercanas a la permitida legalmente para extracción, tallas similares también alcanzadas por Lodeiros *et al.* (2002) en condiciones de cultivo suspendido utilizando cestas españolas. A pesar que el Ministerio de Agricultura y Tierras en su resolución MAT-No.009 del 2002 (12/08/2002; No. 37.503) prohíbe la extracción de ejemplares menores de 50 mm para su comercialización, la ostra perla se comercializa a menor talla en el nororiente de Venezuela, llegándose a vender en puestos artesanales en tallas menores de 40 mm (observación personal). Esto es debido a la elevada proporción tejido/concha que posee este organismo (>40%), el cual a tallas pequeñas muestra una cantidad de tejido adecuado para su comercialización. No obstante, para efecto de la administración del recurso, es recomendable la talla normada, ya que según datos de Rufinni (1984) a los 30 mm, muchos de los organismos no alcanzan su primera madurez sexual y no proporcionan descendencia al medio, adicional a esto la reproducción de *P. imbricata* es protándrica, y en general, no desarrollan gónadas femeninas sino hasta después de los 40 mm, sugiriendo tallas superiores de extracción o producción como estrategia de administración del recurso. En vista de ello, se sugiere prolongar el tiempo de cultivo, tal vez uno o dos meses más, (7 - 8 meses), para obtener tallas legalmente comerciales. De

esta manera, el cultivo de *P. imbricata* podría coadyuvar al mantenimiento y repoblación de la ostra perla, la cual desde épocas de la colonia se ha mostrado como sobreexplotada.

CONCLUSIONES

El patrón de crecimiento en los diferentes compartimientos estudiados en ambos sistemas de cultivo fue similar. No obstante, al final del experimento, las ostras del sistema de cuerda alcanzaron valores significativamente mayores en el alto de la concha y biso, y las ostras de las cestas en largo y ancho de la concha. No existieron diferencias en los tejidos blandos.

La condición de los organismos, estimada por su relación longitud de la concha-masa de los tejidos y biso, fue mayor en los organismos cultivados en cuerdas, que mostraron estar en mejor condición fisiológica que los organismos cultivados en cestas.

La supervivencia fue similar en ambos sistemas de cultivo; no obstante, ocurrió una significativa disminución en el sistema de cestas para el período de enero, la cual estuvo asociada con la incidencia del depredador *Cymatium* sp.

En ambos sistemas, la variabilidad periódica de la biomasa fitoplanctónica estuvo relacionada positivamente con la variabilidad del crecimiento de *P. imbricata* bajo cultivo suspendido, mostrando ser un factor importante en la modulación del crecimiento.

La ostra perla *P. imbricata* cultivada en cuerdas o en cestas alcanzó tallas similares a la permitida para extracción (50 mm) durante 6 meses.

Dado a que, al final del experimento no existieron diferencias significativas en el tejido de las ostras en cuerdas y cestas, que existió una incidencia del depredador *Cymatium* sp. en las cestas y que los organismos de las cuerdas mostraron una mejor condición fisiológica, unido a menores costos para la elaboración del sistema de cuerdas, se concluye que éste es el más apropiado para el cultivo de *Pinctada imbricata*.

RECOMENDACIONES

Dado que en el presente estudio las tallas alcanzadas fueron similares a las legalmente permitidas de extracción (50 mm) se recomienda prolongar el cultivo al menos 1-2 meses para alcanzar las tallas comerciales.

Es recomendable optimizar el método de cultivo en sistema de cuerdas para obtener mayor biomasa de cultivo. En este sentido, un estudio con elementos de cultivo verticales con mayor superficie de siembra es necesario.

Dado que en el presente estudio no se llegó a clasificar taxonómicamente al gasterópodo encontrado en las cestas, se recomienda llegar a su especie para ayudar a controlar a este depredador en los sistemas de cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aoyama, S. 1989. The Mutsu bay scallop fisheries: scallop culture, stock enhancement, and resource management. En: *Marine invertebrate fisheries. Their assessment and management*. Caddy, J. y Wiley, J. (eds). USA. Págs. 250-275.
- Bayne, B. y Newell, R. 1983. Physiological energetics of marine mollusks. En: *The mollusca*. Saleuddin, A. S. y Wilbur, K. M. (eds). Academic Press, N.Y. Págs. 407-515.
- Bernard, F. R. 1983. Physiology and the mariculture of some northeastern Pacific bivalve molluscs. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 63: 24.
- Bricelj, V. y Shumway, S. 1991. Physiology: Energy acquisition and utilization. En: *Scallops: Biology, ecology and aquaculture. Developments in aquaculture and fisheries science* Vol. 21, Elsevier Science Publishers B.V. Págs. 305-346.
- Ferraz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 26: 97-110.
- Freites, L. y Núñez, M. 2001. Cultivo suspendido de *Liropecten (Nodipecten) nodulosus* (L., 1758) mediante los métodos de bolsas y aurículas (EAR HANGIN). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Orien.*, 40 (1y2): 21 29.
- Griffiths, C. y Griffiths, R. 1987. *Bivalvia*. En: Animal energetics. Pandian, J.H. y Vernberg F.J. (eds). Academic Press. USA. Págs. 1-88.
- Griffiths, C. y King, J. 1979. Energy expended on growth and gonad output in the ribbed mussel *Aulacomya ater*. *Mar. Biol.*, 53: 217-222.
- Hawkins, C. y Bayne, J. 1985 Seasonal variation in the relative utilization of carbon and nitrogen by the mussel *Mytilus edulis*: BudE; ets, conversion efficiencies and maintenance requirements. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25: 181-1 88.
- Hicks, D. y Tunell, J. 1993. Ecological notes patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linne, 1758), in the Gulf of Mexico. *Amer. Malac. Bull.*, 11 (2): 203-206.
- 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. 1986. 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. Trabajo de ascenso, Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta.
- 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. *Congr. Cient.*, 12: 3-44.
- Lodeiros, C. 2002. Una cuestión de peso y de posición. *Rev. Biol. Trop.*, 50(3/4): 875-878.
- Lodeiros, C. 2006. Influence des facteurs environnementaux sur la croissance du pétoncle tropical *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) cultivé en suspension au Golfo de Cariaco, Venezuela, Tesis PhD., Facultad de Estudios Superiores, Universidad Laval, Canadá.
- Lodeiros, C.; Freitas, L.; Nuñez, M. y Himmelman, J. 1993. Growth of the Caribbean scallop *Agropecten nucleus* (Born 1780) in suspended cultivo. *J. Shell. Res.*, 12: 291-294.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola pecten ziczac* (L.) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 119: 345-358.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1999. Reproductive cycle of the bivalvo *Lima scabra* (Pterioidea Limidae) and its association with environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 3: 411-418.
- 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. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- 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 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 Latinoamérica*. Lovatelli, A.; Iker, U.; y Farias, A. (eds). FAO Fisheries Resources Roma. Págs. 135-150.

- Mandelli, E.; Ferraz-Reyes E. 1982. Primary production and phytoplankton dynamics in a tropical inlet, Gulf of Cariaco, Venezuela. *Inst. Revueges. Hydrobiol.*, 67: 85-95.
- Marcano, J.; Prieto, A.; Lárez, A.; Alió, A. y Sanabria, H. 2005. Crecimiento y mortalidad de *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteridae) en Guamachito, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Cienc., Mar.* 31(2): 387-397.
- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, XXV (70-72): 139-206.
- Núñez, P.; Lodeiros, C.; Acosta, V. y Castillo, I. 2006. Captación de semilla de moluscos bivalvos en diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 24(4): 483-496.
- Okuda, T. 1981. Water exchange and the balance of phosphate in the Gulf of Cariaco, Venezuela. En: Richard, F.A. (ed). Coastal Upwelling. *Coast. Estuar. Sci.* 1: 274-281.
- Okuda, T.; Benitez-Alvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrológicas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Orient.*, 17:69-88.
- Parsons, G.; y Dadswell, M. 1994. Evolution of intermediate culture techniques, growth and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci* 2012: 1-36.
- Pillay, T. 1997. *Acuicultura principios y prácticas*. Editorial Limusa. México.
- Román, G. Martínez, G.; García, O. y Freitas, L. 2001. Reproduction. En: *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*, Maeda-Martínez, A. (ed). Editorial Limusa, México. Págs.310-330.
- 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. Universidad de Oriente. Cumaná. Venezuela.
- Strickland, J. y Parsons, T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Rev.*, 16: 167-315.
- Sudent, J. y Vahl, O. 1982. Seasonal changes in dry weight and biochemical composition of the tissues of sexually mature and immature iceland scallop, *Chlamys islandica*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 61: 1001-1010.

- Thompson, R. y MacDonald, B. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. En: *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Shumway, S. E. (ed). Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Elsevier Science Publishers B.V. Págs. 347-376.
- Trujillo, E.; Martínez, G. y León, L. 2007. Dimensionamiento y configuración teórica de una línea de cultivo de ostra perla (*Pinctada imbricata* Mollusca: Bivalvia), en la bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Invest Mar.*, 35 (1): 39-54.
- Urban, H. J. 2000. Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. II. Spat collection, and growth and mortality in culture systems *Aquaculture*, 200: 375–388.
- Vélez, A.; Freitas, L.; Himmelman, J.; Senior, W. y Marín, N. 1995. Growth of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac*, in bottom and suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 136: 257-276.
- Ventilla, R. 1982. The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.*, 20: 309-382.
- Widdows, J.; Fieth, P. y Worrall, C. 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 50: 195-207.
- Wildihs, D.; Wilson, W.; Young-Lai, A.; Decoste, D.; Aiken, E. y Martin, D. 1988. Biological and economic feasibility of four growth methods for the culture of giant scallops in the Bay of Fundy. *Fish. Aquatic. Sci. Tech. Rep.*, 1648:1-44.
- Zar, J. 1984. *Biostatistical analysis*. Segunda edición. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LA OSTRA PERLA <i>Pinctada imbricata</i> (RÖDING, 1798) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO SUSPENDIDO, EN CUERDAS Y CESTAS JAPONESAS
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Semidey Carpintero Dulce María José	CVLAC	15 290 272
	e-mail	dulcesemidey@yahoo.com
	e-mail	dulcitamj@hotmail.com
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

cultivo de bivalvos, Suspendido, <i>Cymatium</i> , ostra perlera.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

El crecimiento y la supervivencia de la ostra perla *Pinctada imbricata* fue evaluado bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas japonesas, desde octubre de 2007 hasta abril de 2008. Se determinó mensualmente, la supervivencia, así como la dimensión de la concha (longitud, alto y ancho) y masas del músculo, resto de tejidos, biso y *fouling* de cada ostra. Bimensualmente se determinó la variación de los factores ambientales salinidad, temperatura, clorofila *a*, seston y oxígeno disuelto. El patrón de crecimiento en ambos sistemas de cultivo fue similar; no obstante, en el último mes del experimento, las ostras en el sistema de cuerdas alcanzaron valores significativamente mayores en el alto de la concha ($21,45 \pm 1,47$ mm) y en la masa seca del biso ($0,07 \pm 0,02$ g), mientras que para las ostras del sistema de cestas fue mayor el largo ($49,4 \pm 3,85$ mm) y el ancho ($39,9 \pm 2,89$ mm). En ambos sistemas de cultivo el crecimiento del músculo fue exponencial y no muestran diferencias significativas ($F_s = 0,4097$, $P > 0,05$); al final del estudio, los organismos en cestas alcanzaron $0,23 \pm 0,07$ g y los de las cuerdas $0,20 \pm 0,07$ g. A pesar de la diferencia en el patrón de crecimiento en el peso del resto de tejido durante la experiencia, los análisis estadísticos aplicados no mostraron diferencias significativas en los sistemas de cultivos utilizados ($F_s = 0,7276$, $P > 0,05$), en el último mes del estudio los organismos en cestas alcanzaron los $0,39 \pm 0,109$ g y los mantenidos en cuerdas $0,29 \pm 0,09$ g. La supervivencia mostró un patrón similar en ambos sistemas de cultivo, los organismos en cuerdas se mantuvieron entre el 70 y 80% de supervivencia durante el período del estudio; sin embargo, en el sistema de cestas hubo mortalidades notables desde diciembre 2007 hasta marzo de 2008, en el mes de abril la supervivencia alcanzó un 57% para las ostras en cestas y un 78% para las de cuerdas. La cuantificación del número de *Cymatium* sp. fue notable para los ejemplares de las cestas, encontrándose para el mes de enero el mayor número de este gasterópodo, mientras que en el sistema de cuerdas no se observó. Hay correlatividad de los factores ambientales y los parámetros de crecimiento, puesto que la clorofila *a* posee una fuerte asociación positiva con el crecimiento de la especie en estudio. A partir de febrero de 2008 la biomasa seca del *fouling* se incrementó exponencialmente en ambos sistemas, alcanzando valores mayores en los organismos cultivados en cuerdas ($9,42 \pm 2,65$ g). Los resultados favorables al crecimiento y supervivencia en las cuerdas unido a la percepción de menores costos para la elaboración de dicho elemento de cultivo, permiten recomendar la utilización de cuerdas para el cultivo de *Pinctada imbricata*.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Lodeiros Seijo César	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5 706 463
	e-mail	Cesarlodeirosseijo@ yahoo.es
	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	
	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	07	11

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS.semidey.doc	Application/word

Alcance:

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

Temporal: _____ **Temporal** _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Nivel Asociado con el Trabajo: LICENCIADA

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 – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumpro en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 05/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUMBELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.

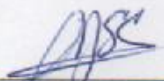
Semidey Dulce
Autor 1

Lodeiros Cèsar
Asesor

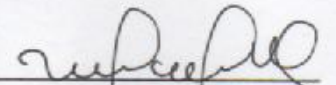
Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

Yo, Dulce Semidey titular de la cédula de identidad 15 290 272 estudiante de Licenciatura en Biología autorizo a la Universidad de Oriente para la publicación de dicho trabajo de investigación.


Semidey Dulce
AUTOR 1


ASESOR


JURADO 1


JURADO 2

POR LA COMISIÓN DE TESIS:

