

## **Crecimiento y supervivencia de la ostra alada *Pteria colymbus* (Röding 1798), en estructuras tubulares en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela**

María Mengual<sup>1</sup>, César Lodeiros<sup>1,2,3\*</sup> y Adrián Márquez<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Biología de Moluscos, Universidad de Oriente (UDO), Cumaná 6101, Venezuela.

\*Correo electrónico: cesarlodeirosseijo@yahoo.es.

<sup>2</sup>UDO, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná 6101, Venezuela.

<sup>3</sup>Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre, Venezuela.

---

### **RESUMEN**

La ostra alada *Pteria colymbus* se distribuye en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta el sur de Brasil. Juveniles de *P. colymbus* de 32 mm (axis dorso-ventral) fueron cultivados en cilindros de malla plástica, suspendidos a 1,5 m en un “long line” en la Bahía de Mochima, estado Sucre. Mensualmente se determinó la supervivencia y la longitud de la concha, así como la masa de la concha, músculo y resto de tejidos. Paralelamente se midió la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, seston y biomasa fitoplanctónica en el lugar de cultivo. El crecimiento en longitud y peso de la concha, músculos y resto de tejido mostraron diferentes patrones de comportamiento durante el período experimental, debido a las distintas demandas energéticas necesarias para la producción de los compartimientos del cuerpo y la biodisponibilidad de energía existente en el ambiente. Al final del experimento *P. colymbus* incrementó en talla dorso-ventral y masa total de los tejidos en un 68 y 390%, respectivamente. El crecimiento en masa de los tejidos no fue exponencial, manifestándose solo crecimiento en los últimos meses, lo cual sugiere que la ostra estuvo en condiciones de estrés inducido por la poca disponibilidad fitoplanctónica y elevadas temperaturas. El poco crecimiento observado, junto con la baja sobrevivencia alcanzada al final del experimento (30 %) no permiten recomendar el cultivo de esta especie en el área de estudio, sugiriendo el cultivo para otras zonas del oriente de Venezuela como el Golfo de Cariaco.

*Palabras clave:* cultivo de bivalvos, Caribe, *Pteria colymbus*, ostra perla.

---

### **Growth and survival of the winged oyster *Pteria colymbus* (Röding, 1798), in tubular structures in the Bahía de Mochima, Sucre state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

The winged oyster *Pteria colymbus* is distributed in western Atlantic, from North Carolina to south of Brazil. Juveniles of *P. colymbus* of 32 mm (dorso-ventral axis) were cultivated in cylinders made from plastic net, suspended at 1,5 m in a long line in the Bahía de Mochima, Sucre state. Once a month, survival and shell length was determined, as well as the mass for the shell, muscle and rest of body parts. Additionally, temperature, salinity, dissolved oxygen, seston and phytoplanktonic biomass was determined in the location. The different body parts showed differential growth patterns during the experimental period, due to different energetic demands needed for their production and the availability of energy sources in the environment. At the end of the experiment, *P. colymbus* increased in dorso-ventral length and total tissue mass in 68 and 390%, respectively. The growth of the tissue mass was not exponential, showing growth only in the last months, which suggests that the oysters were under stress conditions induced by the low phytoplankton availability and high temperatures. The low observed

growth, along with the low final survival (30%) allows to determine that the studied area is not suitable for the culture of this species, than can be performed in other areas of eastern Venezuela such as Cariaco Gulf.

*Keywords:* bivalve culture, Caribbean, *Pteria colymbus*, pearl oyster.

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos representan en la acuicultura marina uno de los grupos más importantes desde el punto de vista económico y ecológico, debido a los costos bajos de producción y a su alta rentabilidad, así como su posición de consumidores primarios, lo cual genera una acuicultura más amigable con el ambiente. En las costas del Caribe sur (Colombia-Venezuela) los moluscos bivalvos han mantenido siempre una expectativa por ser cultivados masivamente; sin embargo, tan solo en la región nororiental de Venezuela se han desarrollado cultivos importantes, particularmente en la década de los 70 y 80 cuando hubo un desarrollo con producciones entre 200-600 t de las especies de ostras *Crassostrea rhizophorae*, *Crassostrea virginica* y/o el mejillón marrón *Perna perna* (Lodeiros y Freites, 2008).

Al respecto, Díaz y Puyana (1994) y Lodeiros *et al.* (1999a) han catalogado más de 300 especies de bivalvos en el Caribe sur, los cuales en un gran porcentaje son comerciales o con potencialidad comercial, lo que permite una base extensa para elegir especies en función de aumentar y diversificar la producción por actividades de acuicultura. En vista de ello, desde la década de los 90, se han realizado investigaciones en especies con un valor unitario elevado, como los pectínidos *Euvola ziczac*, *Nodipecten nodosus* y *Argopecten nucleus* (Maeda-Martínez, 2001), mostrando una elevada factibilidad para el cultivo. Otras especies también han sido estudiadas en función de considerarlas idóneas para actividades de acuicultura, como la cocha roja *Lima scabra*, las hachas *Pinna carnea* y *Atrinaseminuda*, el mejillón verde *Perna viridis* y las ostras perleras *Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus* (Lodeiros y Freites, 2008).

Desde los inicios de la época colonial, las ostras perleras han gozado de buena estima, especialmente en las islas de Cubagua y Margarita, donde se encontraban formando bancos u ostrales, los cuales constituyeron una gran industria perlera en siglos

pasados. Sin embargo, a partir de los años 60, esta industria con la especie *Pinctada imbricata* derivó al consumo de la misma y actualmente la pesquería perlera es prácticamente inexistente, debido a la sobreexplotación de los bancos naturales (Cervigón 1997), a parte de la poca iniciativa en considerar estas especies para la producción de perlas.

Una de las especies de ostras perleras, con objetivos duales de producción (consumo como alimento y producción de perlas) es la ostra negra u ostra alada del Atlántico *Pteria colymbus* (Röding, 1798), esta especie epibentónica, perteneciente a la familia Pteridae, posee un tamaño mediano a grande (60-70 mm), habita normalmente en la zona submareal a profundidades entre 3 y 10 m adherida a octocorales en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta el sur de Brasil (Díaz y Puyana, 1994; Lodeiros *et al.*, 1999a). A finales del siglo XVI, cuando se produjo una importante explotación perlífera en la Guajira colombiana, tras agotarse los bancos de Cubagua, al parecer esta especie contribuyó significativamente con la producción de perlas en Colombia (Borrero *et al.*, 1996).

Tanto en Colombia como en Venezuela se han realizado estudios para conocer la factibilidad biológica del cultivo de *Pteria colymbus*, con el objetivo de estimar la factibilidad de obtención de semillas con colectores artificiales (Velasco 1996, Márquez 2000, Urban 2000, Castellanos 2006), determinando colectas moderadas, así como crecimientos y supervivencia en cestas (Lodeiros *et al.*, 2002) que justifican su uso para el desarrollo de cultivos, particularmente de tipo artesanal. En este sentido, Lara *et al.*, 2009 y Romero *et al.*, 2009 adaptaron y transfirieron la tecnología de cultivo en comunidades indígenas en la Guajira en el Caribe colombiano con resultados alentadores.

Sin embargo, todos los estudios de crecimiento y transferencia de tecnología se han realizado utilizando cestas de cultivo, particularmente, de tipo japonesas o “*pearl nets*” o bien bolsas u otros cestos, lo cual supone un porcentaje alto de costos

de inversión y mantenimiento que limitan la rentabilidad del cultivo; por ello, se hace necesario la utilización de otros elementos de confinamiento que puedan suponer mayor rentabilidad, como lo son las estructuras tubulares de malla plástica diseñadas por la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre, para el cultivo de moluscos con capacidad de segregar biso, las cuales han sido adecuadas para el cultivo de la ostra *Pinctada imbricata* (Márquez *et al.*, 2011) y mejillones (datos no publicados). En vista de ello, la presente investigación tuvo como objetivo conocer la factibilidad biológica del cultivo de la ostra alada *Pteria colymbus*, Röding, 1798 en estructuras tubulares suspendidas verticalmente en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo durante 9 meses en la zona costera sur de la Bahía de Mochima (64°19'30"-64°22'30"W, 10°24'-10°20'N), estado Sucre, Venezuela, aledaña a la Estación Marina del Instituto de Estudios Avanzados (IDEA) del Ministerio para el Poder Popular de Ciencia y Tecnología. Las "semillas" o juveniles de *Pteria colymbus* se obtuvieron 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, donde fueron aclimatadas durante 2 semanas, manteniéndolas en cestas de cultivo tipo linternas suspendidas en una línea larga o *long line* a 1,5 m de profundidad. Posterior a este período se escogieron semillas de 31,9±3,99 mm de longitud máxima dorso-ventral. La siembra se realizó en un prototipo de elemento de confinamiento para el cultivo de moluscos bivalvos con capacidad de segregar biso diseñado por la FIDAES, el cual es un cilindro de 80 cm de largo y 15 cm de diámetro construido de malla plástica de una marca de producción nacional, tipo gallinero, donde se adherieron grupos de 12 semillas en un área de 10 cm de largo, utilizando una malla biodegradable (tejido textil algodón) específicas para la siembra de mejillones. Se sembraron 27 cilindros, siendo cada uno de ellos una réplica.

Una muestra representativa de 3 réplicas (36 semillas) fue sustraída inicialmente para realizar los análisis merísticos y evaluativos correspondientes (dimensiones de concha y masas de los tejidos).

La evaluación del crecimiento y mortalidad de los organismos fueron estimados con una periodicidad mensual, sustrayéndose 3 réplicas del elemento de confinamiento. A todos los organismos de las réplicas, se les determinó la longitud de la concha con un vernier digital Mytutoyo (0,01 mm de apreciación), según el largo o axis antero-posterior máximo, el alto o axis dorso-ventral máximo y el ancho o distancia máxima entre las valvas. A parte de ello, se determinó la masa de la concha y la biomasa seca de la concha, músculo y resto de tejidos, deshidratando dichos compartimientos corporales bajo tratamiento de 60-70°C/72h en un estufa.

La mortalidad o pérdida de organismos se estimó mensualmente contabilizando los organismos vivos en cada uno de las réplicas sustraídas.

Para estimar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y la supervivencia, se instaló un termógrafo electrónico (Vemco, Halifax, Canadá) en el lugar de cultivo, el cual registró la temperatura cada 30 min durante el experimento. Quincenalmente se tomaron muestras de agua con una botella Niskin de 2 L de capacidad en el sitio de cultivo, extrayéndose submuestras para determinar el oxígeno disuelto por el método de Winkler, según las recomendaciones en Strickland y Parsons (1972) y la salinidad utilizando un refractómetro Atago S/Mill: 0-100%. El resto del agua se transfirió a un contenedor plástico opaco y se transportó al laboratorio de Acuicultura del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente, para su posterior tratamiento y análisis.

En el laboratorio, el agua se filtró a través de un tamiz de 153 µm, en función de eliminar el macroplankton; posteriormente se procedió a filtrar al vacío 1 L con un equipo millipore utilizando filtros Whatman GFF (0,7 µm de diámetro de poro) para concentrar el material suspendido; dicho material se lavó con agua destilada y los filtros se deshidrataron a 60°C/24h en la estufa para determinar seston total por métodos gravimétricos y la biomasa fitoplanctónica mediante la clorofila *a* por el método espectrofotométrico (Strickland y Parsons 1972).

Para establecer las posibles diferencias mensuales de los valores promedios de cada una de las variables estudiadas (longitudes de la concha, masas de la concha, músculo y resto de tejidos, así como la sobrevivencia), se realizó un ANOVA de una vía, previa comprobación de los supuestos del análisis de varianza.

En el caso de la sobrevivencia de los organismos los datos fueron transformados con la función arcoseno. La pruebas *a posteriori* de Scheffè fue aplicada en los casos donde se comprobó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); siguiendo las recomendaciones de Zar (1984).

## RESULTADOS

### Crecimiento

El crecimiento en longitud de la concha mostró tres fases generales para todas las determinaciones de sus dimensiones (Figura 1a). Una fase de crecimiento lento y continuo hasta mediados de agosto, cuando los valores medios mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Seguido de una fase de estancamiento del crecimiento hasta mediados de octubre, sin mostrar incrementos significativos ( $P > 0,05$ ), para luego generarse un crecimiento acelerado con incrementos significativos ( $P < 0,05$ ), hasta el final del estudio cuando las ostras alcanzaron un valor medio de  $53,2 \pm 4,63$  mm en largo,  $44,5 \pm 1,871$  mm de alto y  $26,8 \pm 4,01$  mm de ancho, lo cual correspondió a un incremento de 68,13; 118,3 y 390,8% del valor inicial de cada dimensión, respectivamente.

A diferencia de la dimensión de la concha, su masa generalmente incrementó hasta mediados de agosto ( $P < 0,05$ ), alcanzando valores de  $3,1 \pm 0,54$  g, para luego mantenerse sin incrementos significativos hasta el final del estudio (Figura 1b). Con respecto al crecimiento de los tejidos blandos (Figura 2), aunque la masa del músculo fue siempre inferior a la del resto de tejidos, los patrones de crecimiento presentaron un comportamiento similar, sin mostrar incrementos significativos, en cada uno de los tejidos, desde el inicio del experimento hasta octubre-noviembre, cuando ocurrió un notable y significativo crecimiento ( $P < 0,05$ ), alcanzando sus valores máximos a mediados de diciembre ( $0,38 \pm 0,268$  g en el músculo y  $0,87 \pm 0,276$  g para el resto del tejido).

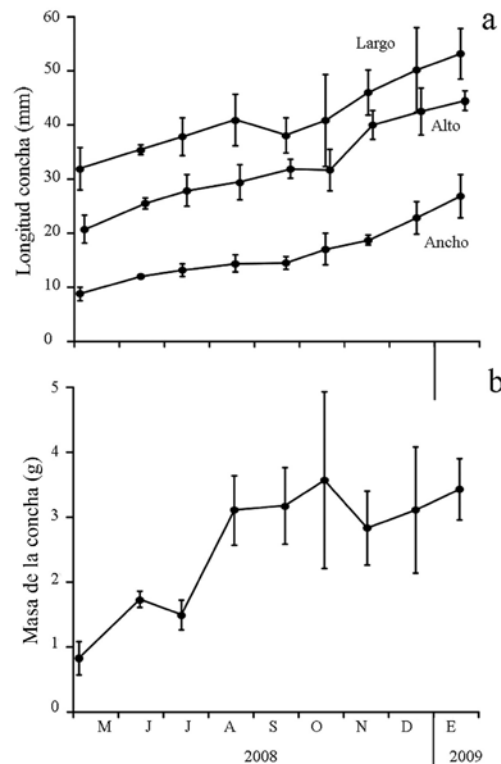


Figura 1. Crecimiento de las dimensiones de la concha y de la masa seca de la concha de la ostra alada *P. colymbus* en condiciones de cultivo suspendido durante 9 meses en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

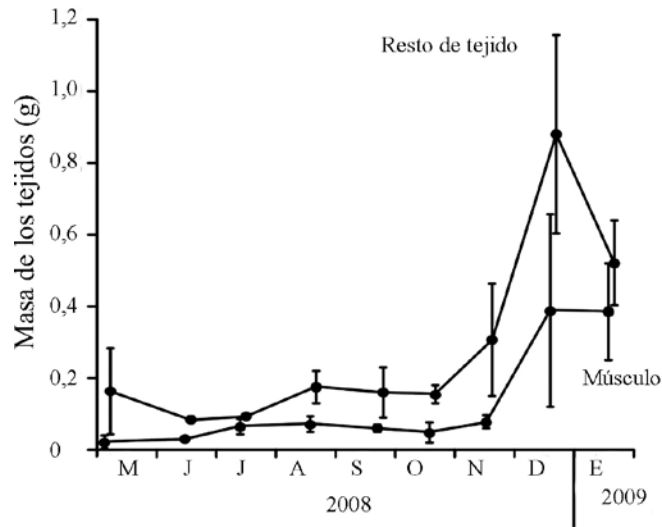


Figura 2. Masa seca de los tejidos blandos (músculo y resto de tejidos) de la ostra alada *P. colymbus* en condiciones de cultivo suspendido durante 9 meses en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

En el último mes del experimento la masa del músculo no mostró incrementos significativos ( $P > 0,05$ ) con respecto al mes anterior y los tejidos disminuyeron significativa y notablemente ( $P < 0,05$ ), suponiendo una pérdida del 50% de su masa.

### Supervivencia

En el primer mes la supervivencia disminuyó significativamente ( $P < 0,05$ ) a  $58,3 \pm 22,05\%$ , para mantenerse, sin diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), hasta el mes de septiembre, cuando nuevamente disminuye significativamente ( $P < 0,05$ ) a un  $30,5 \pm 4\%$ , manteniéndose hasta el final del estudio (Figura 3).

### Factores ambientales

Los valores de temperatura (Figura 4a) tuvieron un intervalo generalmente entre 21 y 31 °C. En el período mayo-julio 2008, se registraron valores de 26-28 °C para incrementar hasta valores de 31 °C en septiembre-octubre, para luego disminuir paulatinamente hasta los valores mínimos de 21 °C registrados al final del experimento. La salinidad (Figura 4b) durante todo el estudio se mantuvo entre los 36 y 39‰, mientras que el oxígeno disuelto (Figura 4c) presentó una alta variabilidad; sin embargo, siempre se mantuvo por encima de los 6 mg/L con picos de 9,97mg/L en julio y un promedio de 7,86 mg/L.

Los valores de clorofila *a*, mostraron generalmente un patrón inverso a la temperatura (Figuras 5a y 4a); cuando se registraron las temperaturas máximas, la clorofila *a* estuvo por debajo de 1 µg/L y cuando fueron mínimas, por encima de 1,3 µg/L, alcanzando un máximo de 6,0 µg/L en el mes de enero y un mínimo de 0,5 µg/L en el mes de julio. El patrón de seston orgánico total y su fracción orgánica, mantuvo una tendencia similar a la biomasa fitoplanctónica (Figuras 5b). Los valores mínimos determinados estuvieron entre 0,1 y 0,6 mg/L en los períodos de mayor temperaturas y un valor máximo de 9 mg/L, que coincidió con el período de bajas temperaturas al final del experimento, a principios del año 2009.

### DISCUSIÓN

En el presente estudio, los diferentes compartimientos analizados de la ostra alada *Pteria colymbus* mostraron distintos patrones de crecimiento durante el período experimental. La longitud de la concha, aunque en el período intermedio del experimento (agosto-octubre) en general mostró poco crecimiento, en el resto del período se manifestó con incrementos continuos; sin embargo, la masa de la concha se mantuvo con un crecimiento constante hasta agosto, para luego paralizarse, en contraste con la masa de los tejidos, los cuales tan solo mostraron crecimiento al final del estudio (noviembre-enero).

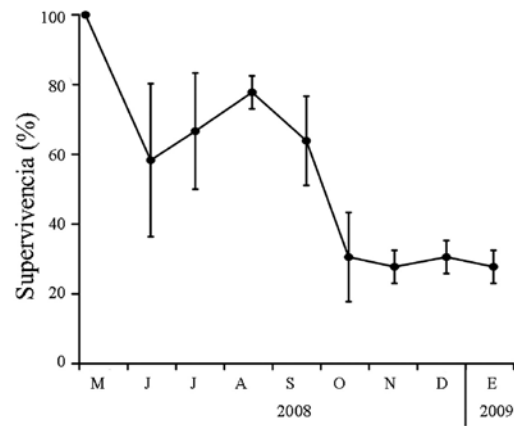


Figura 3. Supervivencia de la ostra alada *P. colymbus* en condiciones de cultivo suspendido durante 9 meses en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

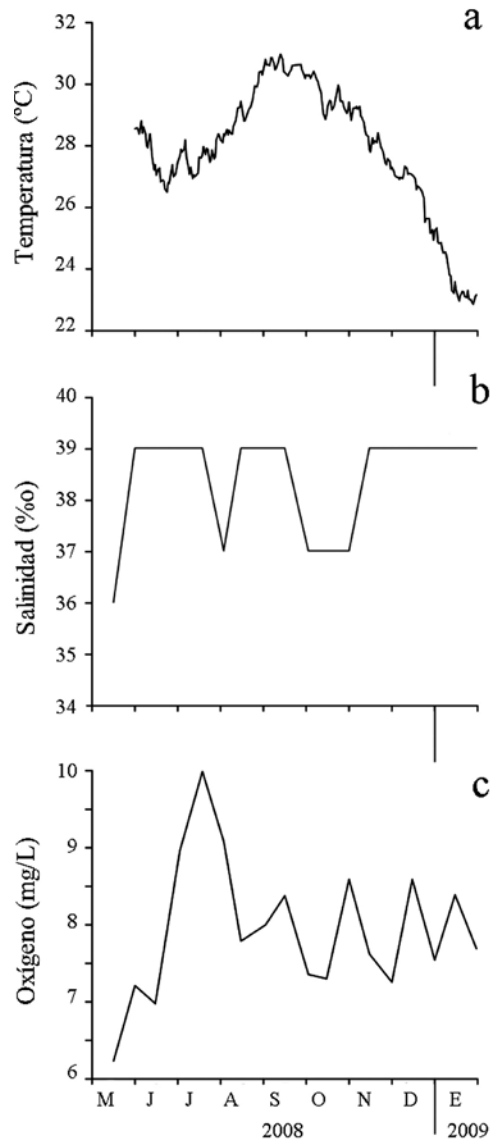


Figura 4. Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto de la localidad del cultivo experimental de la ostra alada *P. colymbus* en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela

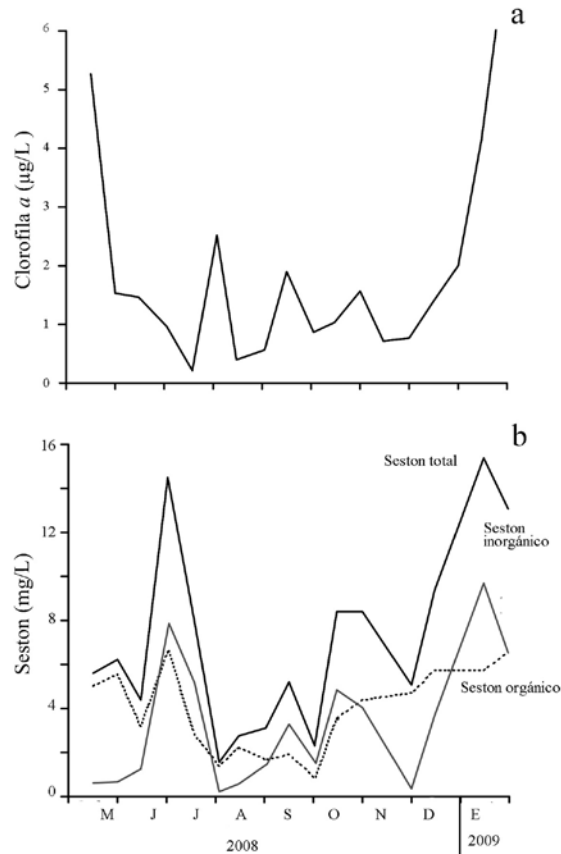


Figura 5. Biomasa fitoplanctónica estimada por la concentración de clorofila *a* (a) y seston total, inorgánico y orgánico (b) de la localidad del cultivo experimental de la ostra alada *P. colymbus* en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Estas diferencias en los patrones de crecimiento, probablemente obedecen a las demandas energéticas requeridas para la producción en los compartimientos del cuerpo estudiado y a la biodisponibilidad de energía existente en el ambiente. De esta manera, los compartimientos de tejidos estuvieron más afectados por la variabilidad de la biodisponibilidad energética en el ambiente durante el experimento, que la concha, debido a que los tejidos requieren para su desarrollo un aporte energético mayor que la concha (Thompson y MacDonalds, 1991). El crecimiento mostrado de *P. colymbus* en este estudio, difiere notablemente con otros en condiciones de cultivo suspendido, realizado en la zona de Turpialito, Golfo de Cariaco (Lodeiros *et al.*, 1999b), por ejemplo, el incremento en talla dorso-ventral y masa total de los tejidos, en relación a la talla y masa inicial, alcanzado en Turpialito fue de un 380 y un 1900%, respectivamente (talla inicial 13,5 mm-10 meses cultivo), mientras que en la presente investigación alcanzó tan solo 68 y 390%, respectivamente (talla inicial 32 mm -9 meses de cultivo).

En Turpialito los patrones de crecimiento mostraron modelos que sugiere una dinámica poblacional (tasa de crecimiento y tallas máximas) similares a las de los bancos naturales; no obstante, en el experimento los patrones de crecimiento fueron diferentes, sin tendencia a los patrones de los bancos naturales, lo que evidencia que la ostra estuvo en condiciones de estrés, debido probablemente a la variabilidad ambiental acontecida durante el período experimental.

Una hipótesis alternativa es la utilización de diferentes elementos de confinamiento en ambos estudios, en este ensayo se utilizó estructuras tubulares de malla plástica, mientras que en Lodeiros *et al.* (1999b) utilizaron cestas japonesas o “*pearl nets*”, lo que condiciona también diferentes densidades de siembra utilizadas. Estudios comparativos, en la zona de Turpialito, utilizando ambos elementos de confinamiento, sembrados a diferentes densidades, son necesarios para verificar la hipótesis antes señalada.

Estas investigaciones son importantes para la factibilidad del cultivo de *P. colymbus*, debido a que el prototipo de mallas plásticas, utilizado en este estudio, resultaría en una notable disminución inversión y costos de mantenimiento en el cultivo (Márquez *et al.*, 2011).

La sobrevivencia disminuyó significativamente en el primer mes del bioensayo hasta un 60%, y vuelve a disminuir hasta un 30% en el mes de septiembre. El primer evento de disminución de la sobrevivencia puede estar asociado al desprendimiento y mortalidad de organismos debido al estrés que pudo provocar la manipulación de siembra, y el segundo a las condiciones de estrés de los organismos debido a la elevadas temperaturas acontecidas que conduce a una mayor demanda metabólica sin una adecuada disponibilidad de alimento (baja concentración de biomasa fitoplanctónica y seston en general).

Al respecto, Márquez *et al.*, 2011, en un evaluación paralelo con la ostra perla *Pinctada imbricata* en Mochima, en las mismas condiciones ambientales, midiendo la efectividad de diferentes elementos de confinamiento de cultivo, incluyendo los cilindros de malla plástica utilizada en este estudio, encontrando un patrón similar de crecimiento; sin embargo, las tasas de crecimiento y de porcentaje de sobrevivencia fueron mayores, lo cual puede indicar una mejor adaptabilidad de *P. imbricata* tanto al sistema de cultivo, como a las condiciones de la Bahía de Mochima. Los resultados de esta investigación, dado la baja sobrevivencia encontrada, no permite la recomendación del cultivo de *Pteria colymbus* en la Bahía de Mochima, sugiriendo más bien el cultivo en otras zonas del oriente de Venezuela, como el Golfo de Cariaco.

Recientemente, Semidey *et al.* (2010), en un experimento con la utilización de cuerdas y cestas japonesas como cultivo para *Pinctada imbricata* en la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco, mostró la menor incidencia del gasterópodo *Cymatium* spp. en cultivo con cuerdas. Este gasterópodo es considerado como un factor negativo muy importante en el cultivo de moluscos bivalvos (Freites *et al.*, 1999).

Sin embargo, y a pesar de la observación de estos gasterópodos en la zona (observación personal), en nuestro experimento no hubo incidencia de *Cymatium* spp. como se ha reportado en cultivos de otras localidades: Golfo de Cariaco (Lodeiros *et al.*, 2002,

Semidey *et al.*, 2010, Narváez *et al.*, 2000), Laguna de La Restinga (Buitrago *et al.*, 2009), Laguna Grande del Obispo (Núñez, 2010) y otras latitudes como en Australia (Perron *et al.*, 1985), Brasil (Manzoni y Lacava, 1998) y Colombia (Urban, 2000).

Probablemente, al igual que las cuerdas en el trabajo de Semidey *et al.* (2010), el prototipo de confinamiento utilizado evita la fijación y/o la manutención de estos gasterópodos, infiriendo en el mejor uso de elementos verticales para el cultivo, lo cual sería una ventaja que, junto con el mayor rendimiento por área del prototipo empleado, así como la disminución de la inversión en el cultivo, reafirman su utilidad para el cultivo de *P. colymbus*.

Un experimento sobre el uso de elementos de cultivo verticales, incluyendo el prototipo utilizado en esta investigación y cestas de cultivo, en zonas con elevada incidencia del gasterópodo *Cymatium* spp. (ejemplo, Golfo de Cariaco), es necesario para la hipótesis antes señalada.

Otro de los factores que inciden en el crecimiento de los moluscos bivalvos es la presencia de organismos epibiontes y material depositado sobre las conchas o *fouling*, el cual puede interferir por competencia con el alimento circundante, o bien mecánicamente en la acción de apertura y cierre de la concha, ya sea por la presencia de incrustaciones en zonas de los bordes de la concha o bien por su peso, el cual genera una fuerza antagónica a la ejercida por el gozne o ligamento. Esto no permitiría abrir la concha cuando el músculo abductor se relaja, afectando a su vez el proceso de filtración (Lodeiros, 2002).

Aunque en el presente estudio el *fouling* sobre las conchas no se cuantificó, el mismo fue, aunque abundante, compuesto por organismos con densidad similares a la del agua (colonias de briozoarios, ascideas, entre otros), los cuales no pudieron ejercer un peso determinante para ejercer la afección. Esto y la disposición vertical de *P. colymbus*, lo cual induce a menor efecto del *fouling* por peso (Lodeiros, 2002), infiere en poca afectación del mismo. No obstante, se sugiere experimentos específicamente diseñados para determinar el efecto del *fouling* en esta especie bajo condiciones de cultivo.

La Bahía de Mochima es un cuerpo de agua oceanográficamente importante por estar ubicado dentro del área de influencia de surgencia en la zona



nororiental de Venezuela y su cercanía a la Fosa de Cariaco. En esta bahía existe una influencia oceánica relacionada con la topografía submarina y los vientos alisios (surgencia), los cuales cuando predominan con mayor intensidad (enero-abril) coadyuvan a desplazar masas de aguas de las capas superficiales y por compensación, surgen aguas profundas de temperatura baja y con mayor nutrimento, lo cual conduce a una elevada producción primaria. Cuando la frecuencia e intensidad de los vientos alisios disminuyen o cesan (octubre a noviembre-diciembre) las masas de agua se estabilizan y se estratifican, produciendo temperaturas altas y baja producción primaria (Okuda *et al.*, 1968).

En consecuencia, el fenómeno de surgencia y estratificación del agua produce en esta zona, cambios notables en los factores ambientales, esto se evidencia particularmente en la temperatura con una variación temporal de más de 10°C obtenida en el presente bioensayo. La variabilidad atípica de temperaturas y otros factores, particularmente la disponibilidad de alimento en los trópicos, conduce a efectos en la condición fisiológica de muchos invertebrados acuáticos (Lodeiros y Himmelman, 1994). Esta influencia del ambiente, se encontró asociada con los patrones de crecimiento en condiciones de cultivo observados.

El lento crecimiento presentado al inicio del período de estudio tanto para el músculo como para el resto de los tejidos, está asociado a la baja disponibilidad de alimento observada, aunado a los altos niveles de temperatura. En contraste, el notable incremento en los tejidos de mediados de octubre-noviembre se encontraron asociados con elevadas disponibilidad de alimento y bajas temperaturas, esta correlatividad muestra la influencia de la temperatura y la disponibilidad de alimento en *P. colymbus* bajo condiciones de cultivo suspendido, relacionados a los fenómenos de surgencia y estratificación del agua en la Bahía de Mochima.

El comportamiento de elevada obtención de masa de los tejidos, particularmente del resto de tejidos, por encontrarse asociado a las gónadas del organismo, y su disminución significativa al final del estudio, sugiriendo actividad de expulsión de gametos (desove) mostraría que la baja temperatura y su relación con la elevada disponibilidad de alimento podría ser un factor importante que favorece la

gametogénesis y particularmente el desove de la especie, tal como ocurre en otras especies de orden subtropical en la zona como *Lima scabra* (Lodeiros y Himmelman, 1999) y *Perna perna* (Acosta *et al.*, 2009).

Los otros parámetros físico-químicos como la salinidad y el oxígeno disuelto mostraron poca variación. La salinidad se mantuvo constante en la mayoría de los meses de estudio, reflejando una leve variabilidad sólo en los meses de agosto y octubre aunado a la presencia de lluvias ocasionales.

Según Bernard (1983); Griffiths y Griffiths (1987), estos cambios no son de gran magnitud como para sugerir efectos en los procesos fisiológicos de los moluscos bivalvos y no son considerados que puedan producir estrés con consecuencias de efectos negativos para el crecimiento de los moluscos bivalvos (Lodeiros y Himmelman, 2000).

## CONCLUSIONES

La ostra alada *P. colymbus* mostró diferentes patrones de crecimiento en sus componentes del cuerpo durante el período experimental. El crecimiento en longitud de la concha fue generalmente continuo; sin embargo, las masas de los demás compartimientos presentaron patrones diferentes.

El patrón de crecimiento de los tejidos, caracterizado por un marcado desarrollo solo al final del estudio, difiere del patrón clásico exponencial, y muestra que la especie estuvo estresada durante el período experimental, particularmente en los meses de estratificación del agua con elevadas temperaturas y baja disponibilidad de alimento.

La supervivencia al final del experimento fue baja (30%), esto debido a 2 eventos de estrés, uno dado por la manipulación por la actividad de siembra y el otro por estrés ambiental generado en el período de estratificación del agua.

La disponibilidad de alimento y temperatura son factores con influencia en el crecimiento y supervivencia de *P. colymbus* en el estudio.

Al final del experimento el incremento en longitud y masa de los tejidos fue de 68% y 390%, respectivamente; no obstante, los valores absolutos alcanzados no adecuados para considerar cosechas comerciales.

### AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre (FIDAES) de la Gobernación del estado Sucre, Venezuela, siendo ésta su Contribución Técnica No. 19.

### LITERATURA CITADA

- Acosta V., E. Glem, Y. Natera, T. Urbano, J. H. Himmelman, M. Rey-Méndez and C. Lodeiros. 2009. Differential growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *J. World Aquacul. Soc.* 40 (2): 226-235.
- Bernard F. 1983. Physiology and the mariculture of some north easter pacific bivalve mollusks. Canadá. Specials Publisher Fisheries. Aquatic Science. N°63: 54.
- Borrero F., J. Díaz y A. Seczon. 1996. Las ostras perlíferas (Bivalvia: Pteriidae) en el Caribe Colombiano: Historia de su explotación, ecología y perspectivas para su aprovechamiento. Serie de Publicaciones Especiales INVEMAR, N°1.p. 54
- Buitrago E., J. Buitrago, L. Freites y C. Lodeiros. 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. *Zootecnia Trop.*, 27 (1): 79-90.
- Castellanos C. 2006. Variación espacio-temporal de la abundancia de juveniles de bivalvos y factores ambientales que la controlan en la región norte del Caribe colombiano. Postgrado en Biología-Línea Biología Marina, Universidad Nacional de Colombia. p.106
- Cervigón F. 1997. La Perla. Fondo para el Desarrollo de Nueva Esparta. Editorial Exlibris, Caracas. pp.137
- Díaz J. y M. Puyana. 1994. Moluscos del Caribe Colombiano. *Un Catálogo Ilustrado*. COLCIENCIAS. Fundación Natural-INVEMAR, Bogotá. Colombia. p. 367.
- Freites L., C. Lodeiros and J. Himmelman. 1999. Impact of recruiting gastropod and decapod predators on the scallop *Euvola ziczac* (L.) in suspended culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 244: 295-303.
- Griffiths C. R. and Griffiths 1987. Bivalvia. In: Pandian J.H. and F.J. Vernberg (Eds.) *Animals Energetic*. Vol. 2. Academy Press, New York, EUA. pp. 1-88
- Lara O., J. Gómez y C. Romero. 2009. Cultivo piloto experimental de los bivalvos (*Pinctada imbricata*, *Pteria colymbus* y *Argopecten nucleus*) en bahía Portete, departamento de la Güajira, Caribe colombiano. *Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.* II: 437-445
- Lodeiros C. 2002. Cuestión de peso y posición. *Rev. Biol. Trop.* 50: 875-878.
- Lodeiros C. and J. Himmelman. 1994. Relationships among environmental conditions and growth of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended in the culture in the Gulf of Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 119:345-358.
- Lodeiros C. and J. Himmelman 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (Pterioidea Limidae) and its association with environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 47: 411-418.
- Lodeiros C., B. Marín y A. Prieto. 1999a. Catálogo de moluscos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Ediciones APUDONS. 109 p.
- Lodeiros C., J.J. Rengel and J.H. Himmelman. 1999b. Growth of *Pteria colymbus* (Röding, 1798) in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *J. Shellfish Res.* 18: 155-158.
- Lodeiros C. and J. Himmelman. 2000. Identification of environmental factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in suspended culture in the gulf de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- Lodeiros C., A. Guerra, A. Prieto, D. Pico and N. Narváez. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Roding 1758) in suspended and bottom culture in the gulf of Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 10: 327-339

- Lodeiros C. y L. Freites. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. **In:** 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. FAO Actas de Pesca y Acuicultura, 12: 135-150.
- Maeda-Martínez A. 2001. Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Limusa. México. 533 p.
- Manzoni G. and L. Lacava. 1998. Crescimento dos gasterópodes *Thais (Stramonita) haemastoma* e *Cymatium parthenopheum parthenopheum* en cultivo experimental na enseada da Armação do Itapocoroy (26 ° 47'S-48° 36'W) (Penha-SC). Notas Tec. FACIMAR. 2:167-173.
- Márquez B., C. Lodeiros, M. Jiménez y J. H. Himmelman. 2000. Disponibilidad de juveniles por captación natural de la ostra alada *Pteria colymbus* (Bivalvia: Pteriidae) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 48 (supl. 1):151-158.
- Márquez A., M. Carpio, C. Graziani y C. Lodeiros. 2011. Crecimiento en diferentes sistemas de confinamiento de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Röding 1798) en cultivo suspendido. Foro Rec. Mar. Acui. Rías Gal. 13: 243-250.
- Narváez N., C. Lodeiros, L. Freites, M. Nuñez, D. Pico, y A. Prieto. 2000. Abundancia de juveniles y crecimiento de la concha abanico *Pinna carnea* (Gmelin,1791) en cultivo suspendido. Rev. Biol. Trop., 48: 785-797.
- Núñez M., C. Lodeiros, E. Ramírez, N. Narváez y C. Graziani. 2010. Crecimiento y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condición de cultivo intermareal submareal. Zootecnia Trop. 28(2): 239-254.
- Okuda T., A.García, E.Fernández y J. Benítez. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas de la bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 hasta 1966. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 7: 7-37.
- Perron F., Heslinga G. and J. Fagolimul. 1985. The gastropod *Cymatium muricinum*, a predator on juvenile tridacnid clams. Aquaculture, 48: 211-221.
- Romero C., J. Gómez-León y O. Lara. 2009. Cultivo experimental de bivalvos (*Pinctada imbricata*, *Pteria colymbus* y *Argopecten nucleus*): proyecto piloto con la comunidad Wayuu en bahía Portete, Departamento de la Guajira, Caribe colombiano. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. II: 433-445.
- Strickland J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board. Can. N° 167. p.310 .
- Semidey D., A. Márquez y C. Lodeiros. 2010. Crecimiento y supervivencia de la madre perla *Pinctada imbricata* (Röding 1798) bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas perleras Zootecnia Trop., 28(4): 521-533.
- Thompson R. and B. Macdonalds. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. **In:** Shumway S. (ed.), Scallops: Biology, ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture an Fisheries Science, Vol. 21 . Elsevier Science Pubklisher, Amsterdam pp: 347-376.
- 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, 189: 375-388.
- Velasco L. A. y J. Barros. 2010. Spat Collection and Experimental Culture of the Atlantic Pearl Oyster, *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae), under Suspended Conditions in the Caribbean. J. Word Aquacul. Soc. 41(3): 281-297.
- Zar, J. 1984. Biostatística Analysis. Segunda Edición. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. p. 718.