

Crecimiento y supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condición de cultivo intermareal y submareal

Maximiano P. Nuñez^{1,4*}, César Lodeiros^{1,4}, Enmary Ramirez², Noelis Narváez³ y César Graziani^{2,3}

¹Universidad de Oriente. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná 6101, Venezuela. Correo Electrónico: maximianopnunez@yahoo.com.

²Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Cumaná 6101, Venezuela.

³Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del estado Anzoátegui, Pto. La Cruz, Venezuela.

⁴Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre, Cumaná 6101, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea rhizophorae* en régimen de cultivo submareal e intermareal en la laguna Grande del Obispo, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela, se colocaron semillas de 32-35 mm de longitud dorso-ventral de la concha en cestos mantenidos en parques fijos. Se comparó el crecimiento de las ostras en longitud, biomasa seca, masa de la concha y la supervivencia en los dos sistemas de cultivo, en dos períodos: el primero (I), de octubre 2005 a enero 2006 y el segundo (II) de febrero a septiembre de 2006. Se tomaron los parámetros ambientales: temperatura, salinidad, clorofila *a*, seston, biofouling y pluviosidad, en función de relacionarlos con la variabilidad del crecimiento y la supervivencia. En los primeros meses, para ambos períodos, se obtuvo una elevada y progresiva mortalidad en el sistema de cultivo submareal, relacionada con la presencia del gasterópodo *Cymatium poulsenii*. Por el contrario, las ostras en condiciones intermareal tuvieron una supervivencia superior a 95 % en ambos períodos. El crecimiento en talla y biomasa no mostró diferencias significativas en los primeros meses entre sistemas, en el período I los organismos submareal e intermareal alcanzaron tallas de 43,3±3,43 y 48,2±4,01 al final del ensayo (3 meses). En el período II las ostras del sistema intermareal alcanzaron los 75,13 ± 5,16 mm (incremento de del 108%), durante 7 meses de cultivo. Los resultados muestran una mayor factibilidad de cultivo intermareal, evitando una elevada incidencia de predadores, particularmente *Cymatium poulsenii*.

Palabras Clave: *Crassostrea rhizophorae*, cultivo de ostras, cultivo intermareal.

Growth and survival of the oyster of mangrove low *Crassostrea rhizophorae* condition of culture intermareal and submareal in the Big Lagoon of the Bishop, Cariaco's Gulf, Venezuela

ABSTRACT

To evaluate the growth and the survival rates of the oyster *Crassostrea rhizophorae* in a regime of sub-tidal and inter-tidal culture at Laguna Grande del Obispo, Gulf of Cariaco, Edo. Sucre, Venezuela, seeds of 32-35 mm in back-ventral length of the shell, were placed in baskets maintained in fixed parks. The oysters growth in length and dry biomass as well as mass of the shell and the survival rates in two culture systems were compared in two periods: the first (I), from October 2005 to January 2006, and the second (II) from February to September of 2006. Environmental parameters of temperature, salinity, *a* chlorophyll, seston, biofouling and rainfall were taken, based on relating them to the variability of the growth and the survival rates. During the first months, for both periods, a high and progressive mortality in the system of subtidal culture was experienced, related to the

presence of the *Cymatium poulsenii* gastropod. On the contrary, oysters in intertidal conditions had a survival rate superior to 95 % in both periods. The growth in length and biomass did not show significant differences, in the first months, between systems; in period I the organisms, both in subtidal and intertidal conditions, reached sizes of $43,3 \pm 3,43$ and $48,2 \pm 4,01$ at the end of the test (3 months). In period II oysters of the intertidal system, reached $75,13 \pm 5,16$ mm (an increase the some 108%), during seven (7) months of culture. The results show a greater feasibility of the intertidal culture, the main reason being its avoidance of the incidence of predators, particularly *Cymatium poulsenii*.

Keywords: *Crassostrea rhizophorae*, culture of oysters, inter-tidal culture.

INTRODUCCIÓN

La ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), es una de las especies con mayor perspectiva para el desarrollo de la acuicultura en los países tropicales de la costa atlántica americana (Hernández *et al.*, 1998). La especie es explotada comercialmente, tanto a partir de la extracción natural como cultivada, siendo la ostra de mayor producción en el Caribe, principalmente en Cuba, país que posee una tecnología de cultivo integral y produce cantidades relevantes mantenidas entre 1.000 y 1.500 t en las dos últimas décadas (1046 TM para el año 2000; FAO, 2003).

En el Caribe y la costa atlántica se han realizado estudios con la ostra de mangle en varios países como Puerto Rico (Watters y Martínez, 1976), Jamaica (Wade *et al.*, 1980; 1981; Hanson y Alexander, 1987; Littlewood, 1988;1991), Costa Rica (Alfaro y Zamora, 1985; Alfaro, 1988), Cuba (Nikolic *et al.*, 1976), Colombia (Wedler, 1980; Arias *et al.*, 1995), Trinidad y Tobago (Bacon, 1971; Rampersad y Ammons, 1992) y Brasil (Nascimento *et al.*, 1980 y Oliveira, 2001), obteniéndose resultados de crecimiento que oscilan entre los 40 y 80 mm en 6 meses, con supervivencias entre el 55 y 94 % utilizando diversos sistemas de cultivo.

En las costas venezolanas, la ostra es comercializada en zonas turísticas por personas que la sustraen de los manglares, actividad que sostiene económicamente a un importante número de núcleos familiares. No obstante, esta actividad ha sido conducida de forma irracional, debido, no sólo por la sobreexplotación de los bancos naturales, sino por que su extracción conlleva, muchas veces, a la tala de los manglares (Gil y Moreno, 2007, Montes *et al.*, 2007), siendo el aumento de la producción por actividades de acuicultura, una estrategia favorable para sostener

socioeconómicamente a comunidades costeras y repoblar los bancos naturales afectados, actividad que se encuentra en desarrollo con comunidades pesqueras del oriente de Venezuela (Lodeiros y Freites, 2008).

Estudios recientes (Buitrago *et al.*, 1999, 2000, 2009; Villarroel *et al.*, 2004, Lodeiros *et al.*, 2006), muestran una gran factibilidad del cultivo de *C. rhizophorae* en el oriente de Venezuela; en dichos estudios se han identificado factores que afectan el cultivo, entre ellos la incidencia de organismos del “fouling” y depredadores, sugiriendo estrategias para eliminar dichos organismos sometiendo las cestas de cultivo a la desecación por varias horas. La presente investigación ha sido diseñada para evaluar el cultivo en parque fijo de *C. rhizophorae* en sistema intermareal y submareal, utilizando estructuras de bajo costo y mantenimiento, en función de establecer estrategias de cultivo en la Laguna Grande del Obispo, Golfo de Cariaco, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los bioensayos se realizaron en la Laguna Grande del Obispo ubicada en la región centro-occidental de la costa sur de la Península de Araya, en el Golfo de Cariaco (Figura 1).

El estudio se dividió en dos períodos, debido a la mortalidad total de las ostras sometidas a cultivo submareal en el primer período. El primero de tres meses de duración (mediados de octubre de 2005 a mediados de enero 2006; Período I), abarcando el período de estratificación de las aguas y el segundo de 7 meses de duración (mediados de febrero a mediados de septiembre de 2006; Período II), que incluyó el período de surgencia costera en la región (Okuda, 1978).

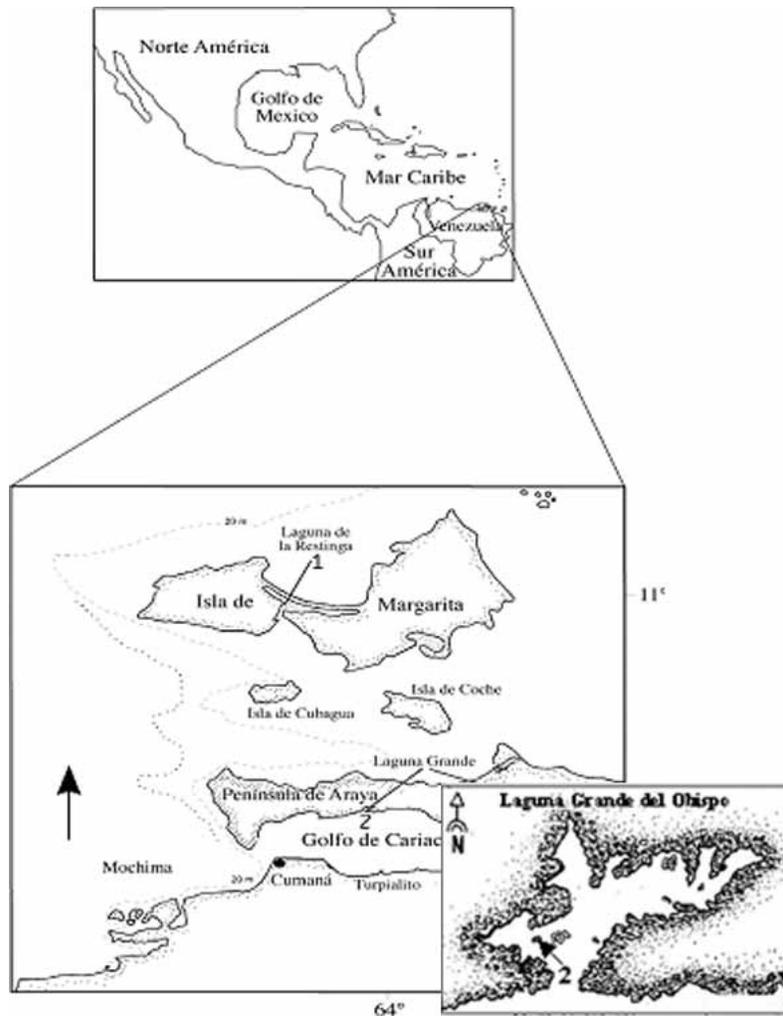


Figura 1. Representación geográfica de la región nororiental de Venezuela, incluyendo la zona de captación de las semillas (Laguna de La Restinga, 1) y la zona de trasplante y desarrollo del experimento (Laguna Grande del Obispo, 2).

Las semillas de la ostra de mangle, *C. rhizophorae* (32-35 mm de longitud dorso-ventral), se obtuvieron con colectores artificiales suspendidos de una balsa perteneciente al Departamento de Cultivos de la Estación de Investigaciones Marinas, EDIMAR, de La Fundación La Salle de Ciencias Naturales, ubicada en la Laguna de la Restinga, estado Nueva Esparta y fueron trasladadas en contenedores isotérmicos a la Laguna Grande del Obispo, para ser sembradas en cestos ostrícolas (material plástico, cilíndricos con un diámetro de 40 cm y altura por compartimento de 8 cm), utilizados habitualmente para el cultivo de ostras en batea en Galicia, España (Guerra, 2002).

La localidad escogida en la Laguna Grande del Obispo fue la costa sur de una isla (Morro), localizada en la zona sur-oeste de la laguna, cercana a un asentamiento de pescadores denominado Saco Abajo. En dicha localidad los experimentos se establecieron cerca de los manglares, en la zona intermareal (1,5 m de profundidad). Se construyeron 3 estructuras para generar el cultivo en submareal e intermareal. Dichas estructuras conformaron parques fijos, donde se colocaron cestos ostrícolas, tratando que un lote de 3 cestos ostrícolas estuvieran sometidos al régimen de mareas en los primeros 30 cm de la superficie de la columna de agua, medida en marea alta, de acuerdo a las fluctuaciones mensuales y otras 3 réplicas de

cestos ostrícolas mantenidos en la zona submareal, por debajo de 80 cm de la superficie de la columna de agua.

Cada parque fijo estuvo constituido por un marco rectangular (2,5 x 0,8 m), con redes internas sujetas al mismo, construidos en madera de guatacare (*Beuriquia cumanensis*). Los marcos se sujetaron horizontalmente, por otros 4 postes de madera, con diferentes pasadores metálicos para sujetarlo a varias alturas, a modo de mantener las cestas en la zona intermareal de acuerdo a las fluctuaciones de la marea para cada mes, siguiendo el patrón de mareas según el programa Wxtide32 versión 2,6 1998-2000 (Hopper 2007).

Este programa posee varias localidades para la determinación de mareas en Venezuela, de las cuales se tomó Cumaná como estación más cercana. Los cestos se colocaron en las redes sobre el marco, en la línea media de la zona intermareal (nivel 0,0), de manera que quedaran fuera del agua durante la marea baja, aproximadamente 4 h cada 12 o 24 h, dependiendo del tipo de marea.

Para el cultivo submareal, los cestos se suspendieron cuidando que los mismos quedaran siempre sumergidos. Paralelamente a las réplicas de los cestos experimentales se establecieron réplicas de sustitución para cualquier eventualidad por pérdida o mortalidad. Cada cesto contuvo 100 ostras inicialmente, las cuales ocuparon el 50% de la superficie interna, siguiendo las recomendaciones de Buitrago *et al.* (2000).

Los muestreos de los organismos se realizaron mensualmente, 5 organismos fueron sustraídos por réplica, para determinar crecimiento de la concha en longitud dorso-ventral (largo), masa seca de la concha y tejidos del organismo (70°C/72h). El "biofouling", u organismos que crecen sobre las conchas de las ostras y los depredadores en las cestas fueron considerados como factores ambientales que pudiesen afectar el cultivo. En vista de ello, los organismos fijados en la concha fueron extraídos y su masa seca (70°C/72h), fue cuantificada, al igual que el número de depredadores potenciales en las cestas.

Para estimar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y la supervivencia de la ostra, mensualmente se tomaron muestras de agua con una botella de Niskin, una submuestra se utilizó para

determinar la salinidad mediante un refractómetro marca Atago (0,1 UPS) y el resto fue filtrado con un tamiz de 120 μm para eliminar partículas grandes y microzooplancton. El agua fue almacenada en botellas plásticas opacas de 2l y transportadas en contenedores isotérmicos con hielo al Laboratorio Acuicultura del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente, para su posterior análisis. Para determinar el seston (total, orgánico e inorgánico), se utilizó el método gravimétrico y la clorofila *a* el método colorimétrico (Strickland y Parsons, 1972). La temperatura se registró utilizando un termómetro de mercurio de 0,5°C de apreciación. La pluviosidad aproximada de la zona (valores mensuales acumulativos), se determinó utilizando los registros de la estación meteorológica del aeropuerto de Cumaná.

Para comparar si los incrementos en longitud de la concha, masa del tejido y masa de la concha fueron significativos en el tiempo, para cada uno de los sistemas de cultivos, se utilizó un ANOVA I ($P < 0,05$), seguido de comparaciones *a posteriori* con la prueba Duncan. De igual manera, fue empleado un ANOVA I ($P < 0,05$), para establecer diferencias significativas entre los sistemas de cultivo en cada uno de los muestreos.

Las comparaciones entre cultivos estuvieron limitadas a los 2–3 meses de experimento, ya que, el cultivo submareal, en ambos periodos, no pudo continuar debido a la elevada mortalidad registrada. Para determinar los parámetros ambientales que guardaron mayor asociación con el crecimiento y la biomasa de las ostras se realizaron matrices de correlaciones de Parciales (Bonferroni $P < 0,01$), siguiendo las recomendaciones en Zar (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La supervivencia de los organismos, en ambos periodos mostró un patrón similar. Las ostras en la zona intermareal mantuvieron una supervivencia elevada (>95%), contrariamente a las ostras cultivadas en la zona submareal, observándose una diferencia evidente en el primer mes (82-83 % submareal, 99-100% intermareal), para llegar a <5% de la supervivencia acumulada en el sistema submareal, lo cual impidió la continuidad del tratamiento a partir del mes 3. (Figura 2).

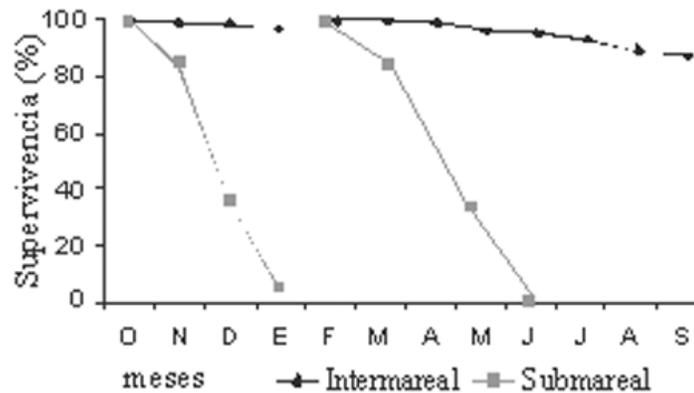


Figura 2. Supervivencia de *Crassostrea rhizophorae* durante los períodos I y II (2005-2006), en Laguna Grande del Obispo estado Sucre, Venezuela.

El cultivo submareal estuvo caracterizado por una elevada mortalidad, sobre todo en los 2-3 primeros meses de los bioensayos, lo cual fue coincidente con la incidencia de gasterópodos de la especie *C. poulsenii* en las cestas de cultivo, ejerciendo su acción depredativa inclusive a pequeña talla (Figura 10).

Freites *et al.* (2000), contrastando el crecimiento de la vieira *E. ziczac* con diversos depredadores potenciales que colonizan las cestas de cultivo en el Golfo de Cariaco, mostraron que el cangrejo *Mitrax forceps* (Crustacea:Decapoda), tuvo el mayor porcentaje de incidencia, encontrándose en un 56% de las cestas y *C. poulsenii* obtuvo la segunda mayor incidencia (48%), teniendo un promedio de 1,2 individuos por cesta; no obstante, en los ensayos de depredación *C. poulsenii* fue la especie que causó la mayor mortalidad, ocasionando el 100% de mortalidad en todas las cestas de cultivo, seguido del cangrejo *Mitrax forceps* (92%) y *C. pileare* (60%).

Estos gasterópodos, han sido identificados en otros estudios realizados en el Golfo de Cariaco como uno de los principales factores negativos para los cultivo de especie *C. rhizophorae* (Villarroel *et al.*, 2004) y otros bivalvos cuando son mantenidos en cestos de cultivo en suspensión (*Pinctada imbricata*, Lodeiros *et al.*, 2002; *Pinna carnea*, Narváez *et al.*, 2000; *Perna perna* y *Perna viridis*, Urbano *et al.*, 2005), así como en otras latitudes, como en el Caribe colombiano (pectínidos: Lodeiros *et al.*, 2008), en la zona del atlántico subtropical en las costas de Brasil (Poli, 1999) y el pacífico australiano (Perron *et al.*, 1985), por lo que se considera un factor negativo de

importancia a tener en cuenta para el desarrollo de cultivo en dichas zonas.

En este experimento encontramos las mortalidades máximas en el sistema submareal, coincidiendo con la incidencia de *C. poulsenii*; sin embargo, fueron pocas muertes en el cultivo intermareal, asociada a la elevada supervivencia. La utilización de métodos de cultivo intermareal para erradicar la elevada incidencia de éstos y otros depredadores, así como organismos que constituye el “fouling” es una efectiva estrategia de cultivo para los moluscos con una capacidad de metabolismo anaeróbico que puedan soportar un régimen intermareal como las ostras y mejillones. De lo contrario, para establecer el cultivo submareal en regiones con incidencia de *Cymatium* spp. es necesario, una continua limpieza de los cestos o bien la utilización de biocontrol.

El erizo *Lytechinus variegatus* pareciera controlar el “fouling” en las cestas y conchas de los bivalvos bajo cultivo (Lodeiros y García 2004). Aparentemente las larvas y juveniles de *C. poulsenii* reclutadas en una cesta de cultivo puedan ser alimento de este erizo y poder controlar la incidencia de este depredador. Experimentos con erizos y otros potenciales organismos para ser utilizados como biocontrol deben ser diseñados, para dilucidar la hipótesis antes señalada.

A pesar de la elevada mortalidad en el cultivo submareal en los 2 períodos, la longitud de la concha mostró un patrón de crecimiento similar en ambos tratamientos en los 2-3 meses, no obteniéndose diferencias significativas entre las tasas de crecimiento

de ambos tratamientos en cada lapso ($P < 0,05$). En el período I, al final del experimento (3 meses), la longitud de la concha alcanzada fue de $48,2 \pm 4,01$ mm para las ostras en el sistema intermareal y de $43,3 \pm 3,43$ mm para las del submareal.

No obstante, para los 3 meses en el período II, fue de $42,0 \pm 4,87$ mm y $43,1 \pm 8,87$ mm, respectivamente; al final de la experiencia en este último, las ostras mantenidas en el tratamiento intermareal lograron los $75,1 \pm 5,16$ mm durante los 7 meses (Figura 3).

La masa de la concha muestra también un patrón de crecimiento parecido en ambos tratamientos para cada uno de los períodos, pero diferente entre períodos (Figura 4). Para el período I, las diferencias en las longitudes obtenidas entre ambos tratamientos no fueron significativas ($P > 0,1$), aunque el incremento mensual por tratamiento fue significativo ($P < 0,05$), con valores más del doble, particularmente en el primer mes de cultivo, llegándose a obtener $5,0 \pm 1,36$ y $4,1 \pm 0,94$ g en el mes de abril, para el tratamiento intermareal y submareal, respectivamente. Mientras que en el período II, en los 2 meses de crecimiento no hubo diferencias significativas ($P > 0,1$), entre los dos sistemas de cultivo y el crecimiento para ambos sistemas se inició a partir del primer mes de cultivo, alcanzando, al final del experimento los $7,2 \pm 3,57$ g las ostras mantenidas en régimen intermareal.

Al igual que en la concha en longitud y masa, el patrón de crecimiento del tejido blando de las ostras fue similar en ambos tratamientos y períodos (Figura 5), sin mostrar diferencias significativas ($P > 0,05$). Para el período I las ostras alcanzaron $0,73 \pm 0,435$ g y $0,56 \pm 0,211$ g, en el sistema intermareal y submareal, respectivamente; siendo este incremento particularmente debido al crecimiento en el tercer mes (diciembre-enero); no obstante, para el período II, el crecimiento fue prácticamente nulo en los 4 primeros meses, incrementándose a partir del mes de junio para alcanzar los $0,62 \pm 0,11$ g a los 7 meses.

En el período I, específicamente el último mes del experimento, la masa de los tejidos incrementó notablemente, alcanzando los $0,73 \pm 0,435$ g, para los organismos con tratamiento intermareal, este aumentó, aunque en menor magnitud mensual, también fue observado en el 5to mes del cultivo intermareal para el período II, el cual se mantuvo hasta el final del experimento, alcanzando menor masa ($0,58 \pm 0,932$ g), que en el período I.

El crecimiento tanto en longitud de la concha, masa de la concha y del tejido de las ostras *C. rhizophorae* en los períodos estudiados mostraron un patrón similar, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos submareal e intermareal en los primeros meses de los bioensayos, cuando la supervivencia en el tratamiento submareal permitió la comparación.

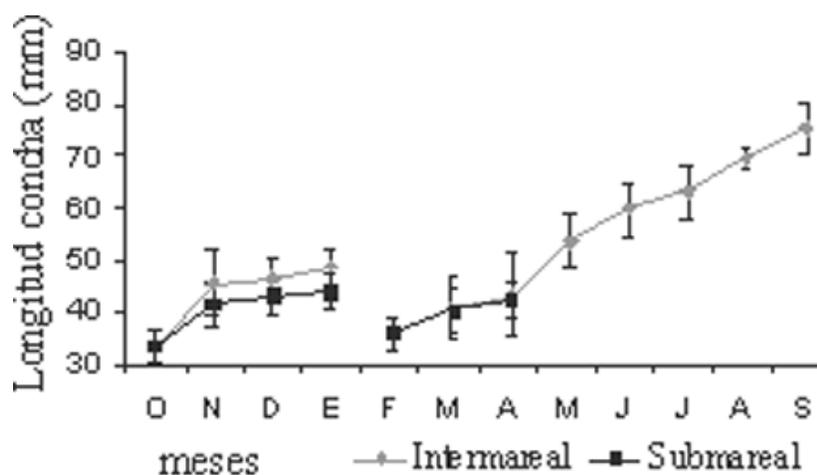


Figura 3. Longitud dorsoventral de la concha de la ostra *Crassostrea rhizophorae* durante los períodos I y II (2005-2006) en sistemas de cultivo intermareal y submareal, en Laguna Grande del Obispo, estado Sucre, Venezuela.

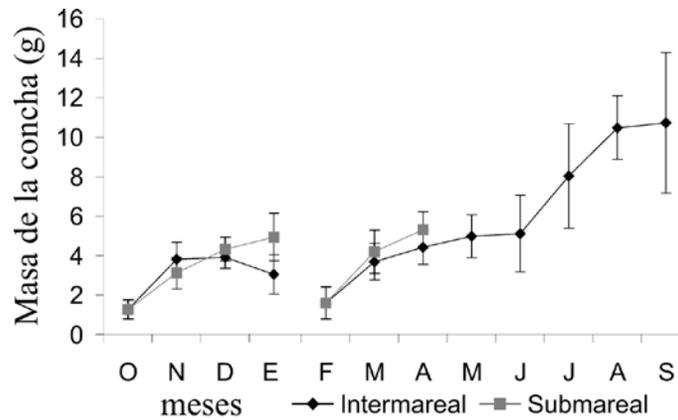


Figura 4. Crecimiento de la ostra *Crassostrea rhizophorae* en masa de la concha durante los períodos I y II (2005-2006), en sistemas de cultivo intermareal y submareal en Laguna Grande del Obispo, estado Sucre, Venezuela.

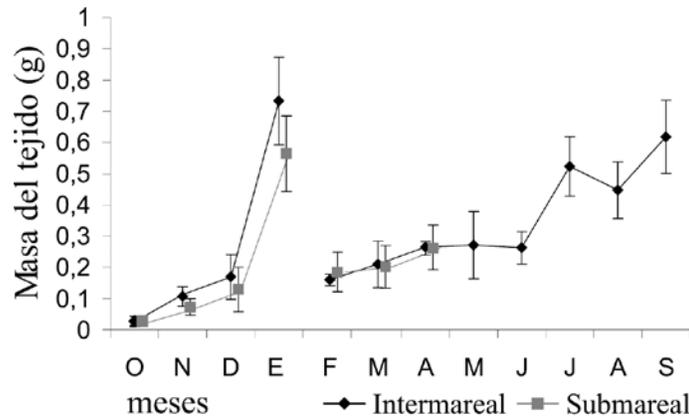


Figura 5. Crecimiento de la ostra *Crassostrea rhizophorae* en masa seca de tejidos durante el período I y II (2005-2006) en sistemas de cultivo intermareal y submareal, en Laguna Grande del Obispo estado Sucre.

Esto indica que la falta de alimento de forma discontinua en los organismos en el sistema intermareal no fue un factor limitante. Una explicación a ello, es que las ostras poseen un metabolismo de gran eficiencia, producto de la adaptación natural a los ritmos de inmersión en las raíces de los mangles, administrando el gasto metabólico en bajar y compensando los gastos metabólicos y la producción para el crecimiento hacia la pleamar.

En este sentido, Litlewood (1988), sugiere que las ostras al estar fijas a las raíces en determinado nivel mareal, durante la bajamar, pasan horas sin alimentarse fuera del agua, compensando de forma eficaz y adaptativa la deficiencia de oxígeno y alimento en los períodos de inmersión. Una hipótesis

alternativa, es que las ostras mantenidas en el tratamiento submareal, estuvieron siempre expuestas a la presencia de depredadores, lo cual pudo repercutir en un estrés que disminuyó el crecimiento, y por ello, no superaron el crecimiento de las ostras mantenidas en la zona intermareal, dado la evidente mayor disponibilidad de alimento. El mayor peso de la concha en relación a la longitud encontrado en los organismos bajo cultivo submareal, podría indicar una estrategia de engrosamiento mayor de la concha como defensa a predadores. Iglesias *et al.* (2005), en cultivos de *Crassostrea gigas* observó una mayor deposición de concha, cuando éstas se vieron más afectadas por poliquetos perforadores y con anomalías de calcificación en cultivo submareal.

Las relaciones biométricas entre la longitud y la masa de la concha (variables independientes), y masa de los tejidos, fueron similares, solo la pendiente de la relación longitud con masa de la concha del sistema submareal (Figura 6), fue significativamente mayor (t-student, $P < 0,05$), mostrando una mayor masa de la concha en los organismos de dicho sistema a una determinada longitud de concha.

La temperatura tuvo una disminución gradual durante el período I del experimento descendiendo de 27 a 23°C, mientras que en el período II fue aumentando de 23 a 29,5 °C (Figura 7a). La salinidad apenas varió de 36,6 a 37,5 UPS en un solo mes a nivel superficial, por lo que no se tomó en cuenta como factor que pudiera influir sobre el crecimiento. Los valores de clorofila *a* fueron mayores en el período II de muestreo, manteniéndose por encima de 2 µg/l y llegando a 6,5 µg/l. Para el período I, en los 2 primeros meses los valores de clorofila *a* se encontraron por debajo de 1µg/l, luego aumentó a 4 µg/l en el subsiguiente y último mes del experimento (Figura 7b).

El seston tuvo un comportamiento variable a través del tiempo con valores entre 2,3 y 15,2 mg/l para el orgánico y 3 y 18,9 mg/l para el inorgánico. De forma general, los valores del seston inorgánico estuvieron por encima del orgánico con poca diferencia, a excepción del primer trimestre del año (enero-marzo), y en septiembre 2006 cuando los valores del seston orgánico fueron superiores, siendo el valor máximo de 15,2 µg/l en el mes de enero (Figura 7c).

En ambos períodos hubo una variabilidad en precipitación mensual aproximada por lluvias (Figura 7d), en el primer período las precipitaciones alcanzaron valores de pluviosidad sobre los 100 mm en el mes de octubre, para luego en los subsiguientes meses estar por debajo de los 25 mm, en contraste con el período II, el cual generalmente mostró un incremento en pluviosidad por encima de los 40 mm, a partir de finales del mes de julio hasta alcanzar los 100 mm en el mes de agosto.

En el período I, el “fouling” de las ostras mantenidas en cultivo submareal aumentó en el último mes del período, alcanzando $0,9 \pm 0,04$ g; no obstante, el “fouling” de las ostras del cultivo intermareal fue prácticamente inexistente. En el período II la masa del “fouling” en las conchas fue evidentemente mayor, particularmente para el cultivo submareal, alcanzando

valores de $2,1 \pm 0,13$ g. Mientras que el cultivo intermareal se observó acumulación progresiva del “fouling” hasta agosto y una disminución del mismo en el último mes de estudio. En los subsiguientes meses, los valores fueron próximos a 1g.

En el gráfico de cajas para los 2 tratamientos durante todo el período experimental, se muestra la mayor acumulación, con elevada variabilidad que presenta el “fouling” submareal con respecto al intermareal (Figura 8).

La presencia de depredadores potenciales en los cestos de cultivo se limitó a gasterópodos de la especie *Cymatium poulsenii*. Otros depredadores potenciales como algunos cangrejos del género *Mitrax* sp. y otros gasterópodos del género *Chicoreus* sp. fueron excepcionalmente observados. La presencia de *C. poulsenii* fue particularmente evidente en el cultivo submareal desde noviembre 2005 hasta abril 2006 (Figura 9). En casi todo el período I, en el cultivo submareal hubo incidencia de *C. poulsenii*, particularmente en el mes de enero, donde se cuantificó seis organismos en los cestos experimentales. (Figura 10). Para el período II, *C. poulsenii* se detectó en los 3 meses, cuantificándose entre 2-5 gasterópodos mensuales. En el cultivo intermareal, tan solo fue observado 1 organismo en el período I y para el período II, se evidenciaron 2 organismos en marzo y 1 en julio.

En el Cuadro se muestra las relaciones establecidas con las correlaciones parciales entre las variables de crecimiento y los factores ambientales, tomando en consideración los datos totales y datos del cultivo intermareal y del submareal. De las variables de crecimiento, cuando se conjuga toda la variabilidad de los factores ambientales con ambos sistemas de cultivo, la longitud de la concha fue el parámetro de crecimiento que mayormente estuvo asociado de forma significativa ($P < 0,001$), a los factores ambientales. De esta manera, la longitud de la concha estuvo asociada a todos los factores, exceptuando el seston inorgánico y el total (Cuadro).

Cuando estas relaciones se especifican para el sistema intermareal, son la temperatura y la biomasa fitoplanctónica las variables que, significativa y positivamente, estuvieron asociadas a la longitud de la concha; sin embargo, no existe asociación significativa ($P < 0,1$), de ésta variable y los factores ambientales en el sistema submareal.

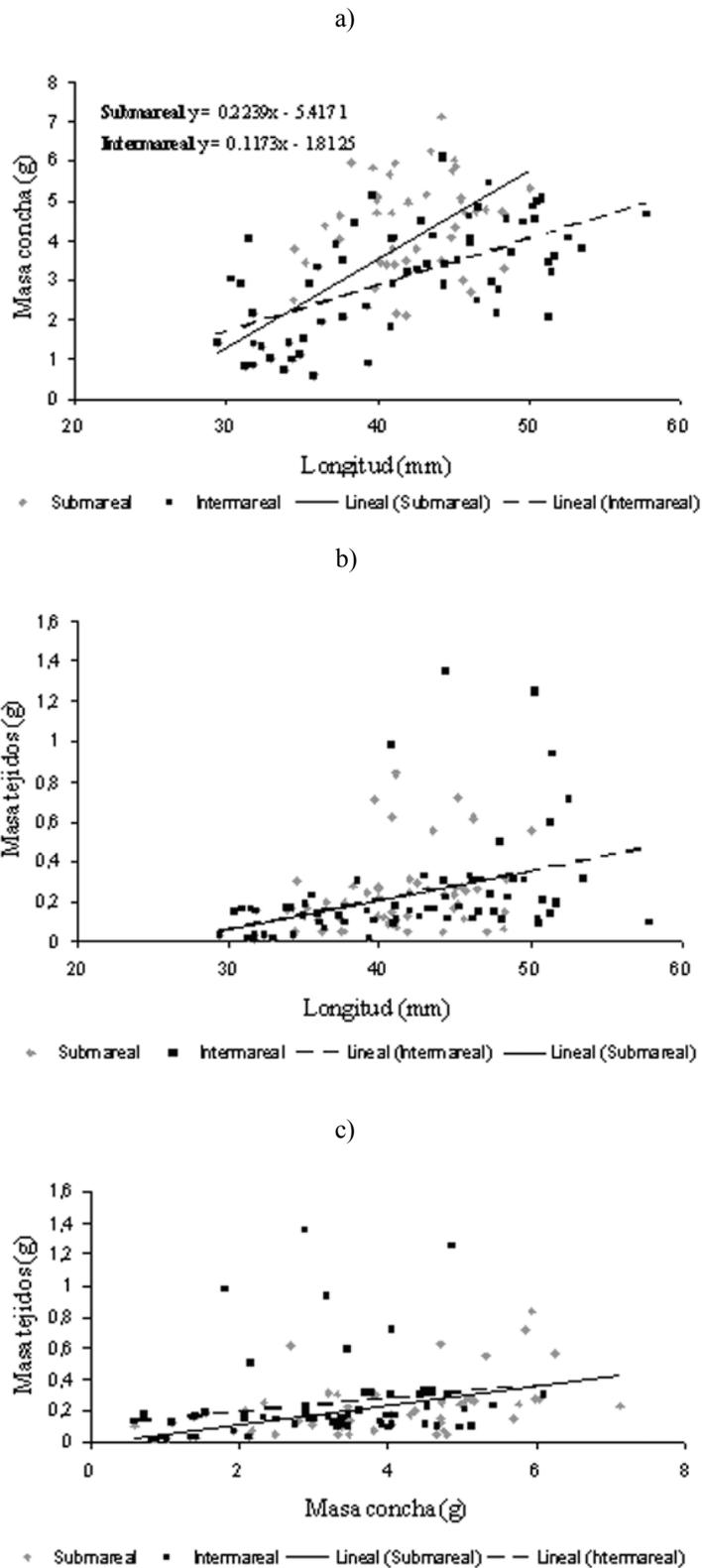


Figura 6. Regresiones entre los compartimentos en los sistemas de cultivo submarginal, de la ostra *Crassostrea rhizophorae* en Laguna Grande del Obispo Estado Sucre: a) Longitud vs. masa seca de tejidos. b) Longitud vs masa de la concha. c) Masa de la concha vs. Masa seca de tejidos. durante los períodos I y II (2005-2006), en Laguna Grande del Obispo Estado Sucre.

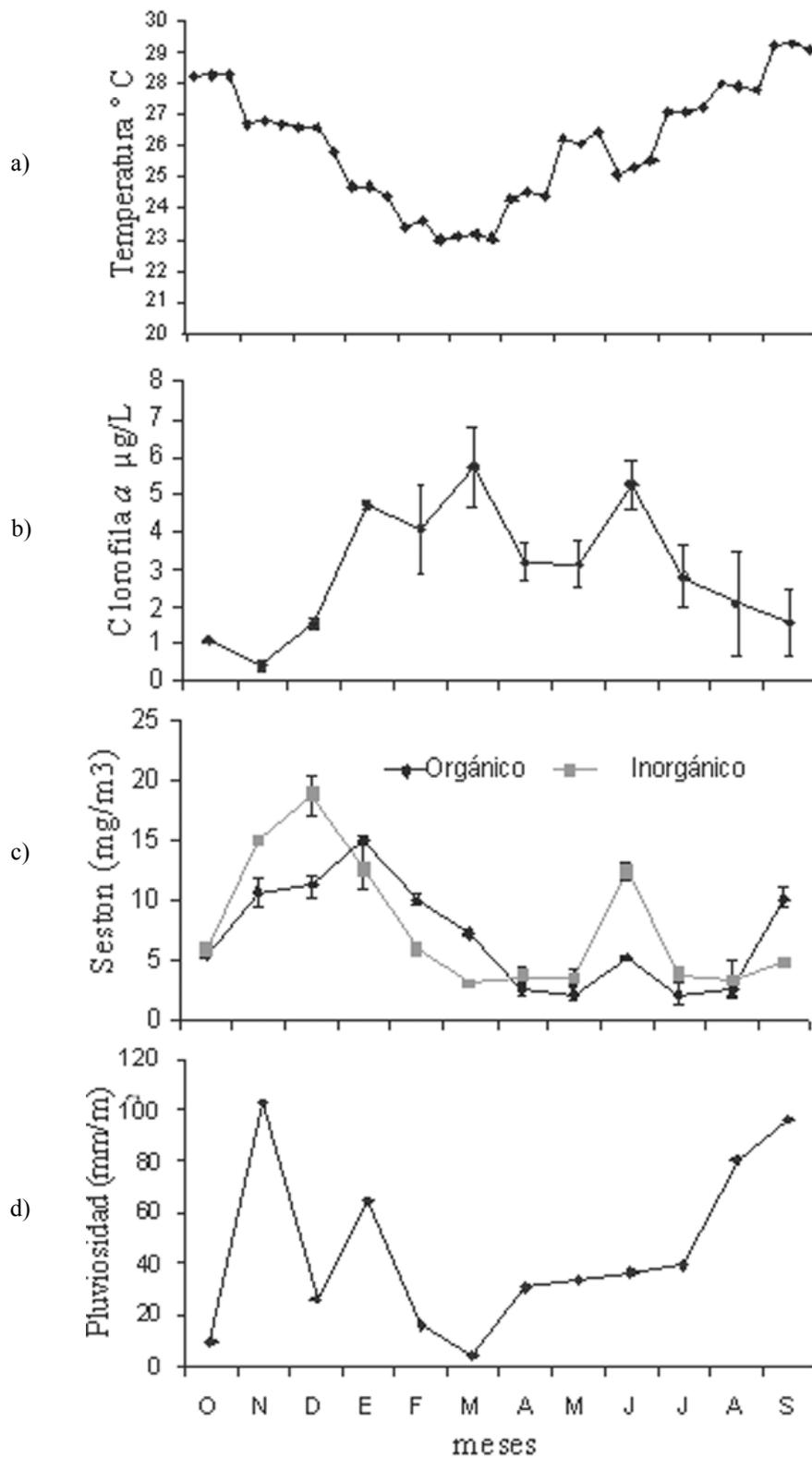


Figura 7. Temperatura (a), biomasa fitoplanctónica, estimada por clorofila *a* (b), seston orgánico e inorgánico (c) y pluviosidad (d) en Laguna Grande del Obispo, estado Sucre, Venezuela: Períodos I y II 2005-2006.

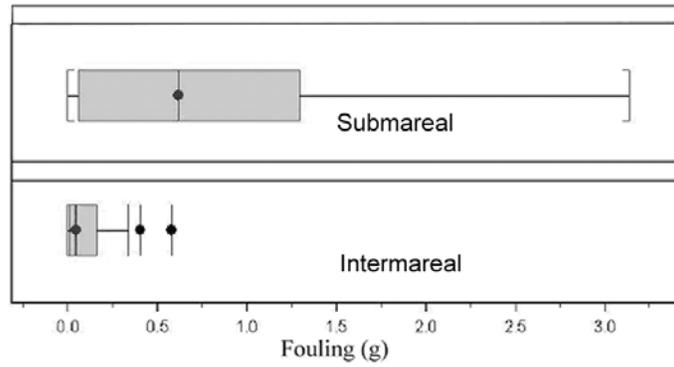


Figura 8. Gráfico de cajas del “fouling” en la conchas de *Crassostrea rhizophorae* en sistemas de cultivo intermareal y submareal durante el período I y II en Laguna Grande del Obispo estado Sucre, Venezuela.

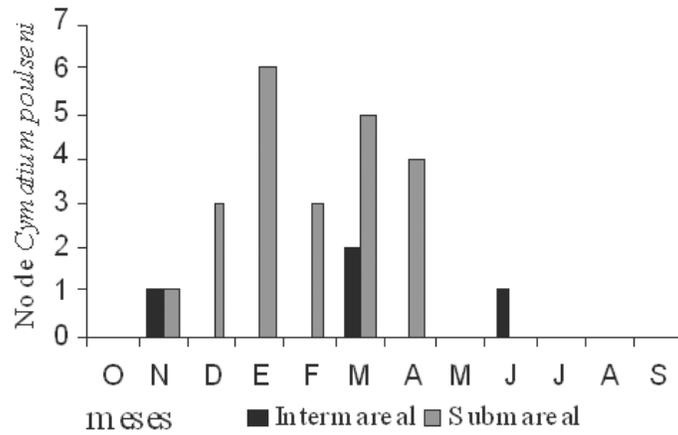


Figura 9. Presencia de gasterópodos *Cymatium poulsenii*, en el periodo I y II (2005-2006), en Laguna Grande del Obispo estado Sucre.



Figura 10. Gasterópodos de la especie *Cymatium poulsenii* encontrados en las cestas de cultivo, ejerciendo su acción depredativa.

Cuadro. Matriz de correlación parcial entre los parámetros de crecimiento de *Crassostrea rhizophorae* y factores ambientales para los datos totales, sistema intermareal y submareal en Laguna Grande del Obispo, Estado Sucre, Venezuela. Valores resaltados fueron significativos ($P < 0,001$).

	TOTALES			INTERMAREALES			SUBMAREALES		
	Longitud	Masa C	Masa T	Longitud	Masa	Biomasa	Longitud	Masa	Biomasa
Longitud	1,00000			1,00000			1,00000		
Masa	42,84631	1,00000		0,40886	1,00000		0,41500	1,00000	
Biomasa	12,84317	5,12972	1,00000	0,26907	0,12309	1,00000	0,15201	0,36291	1,00000
Temperatura	24,54901	0,75480	0,58922	0,35963	0,02960	0,00606	-0,30813	0,16871	0,29847
Clorofila	21,48813	0,19452	8,38787	0,34429	-0,08547	0,17147	0,00876	0,37112	0,13046
Sestorg	15,56094	0,70241	28,82462	-0,22468	-0,04035	0,38581	-0,22048	-0,46243	0,52515
Sestinorg	10,54387	0,38983	17,78890	0,22352	-0,17474	-0,31885	0,19879	0,54404	-0,42564
Sesttot	0,33775	6,62883	0,98770	0,01355	-0,35828	0,08578	0,06062	0,43127	-0,02987
Pluviosidad	12,94779	6,30310	2,52087	0,26144	0,25098	0,12062	0,22268	0,15476	0,05783
Fouling	0,08307	18,15638	0,59230	0,15356	0,23758	0,06169	-0,33023	0,36577	0,26443

Masa C= masa seca de la concha, Masa T= masa seca del tejido, Sestorg= seston orgánico, Sestinorg= seston inorgánico, Sesttot= seston total.

Con respecto a la masa de la concha y la biomasa de los tejidos, las asociaciones significativas, generalmente, fueron con la disponibilidad de alimento (clorofila *a* y seston). La disponibilidad de alimento (seston total, seston orgánico y la biomasa fitoplanctónica), y particularmente la temperatura estuvieron asociadas con los parámetros de crecimiento, sugiriendo cierta modulación del crecimiento en *C. rhizophorae*.

Estos resultados contradicen los encontrados por Buitrago *et al.* (2009), quien concluye que la variabilidad ambiental en la Laguna de la Restinga no produce una modulación clara de la variabilidad en el crecimiento de *C. rhizophorae*.

Todo ello sugiere que la relación del crecimiento con la variabilidad ambiental dada en el presente estudio está asociada a la surgencia costera que se manifiesta con mayor influencia en la Laguna Grande del Obispo, interactuando con el Golfo de Cariaco, mientras que en la Laguna de la Restinga, al ser un cuerpo de agua más estable a los efectos de la surgencia en el oriente de Venezuela, genera cambios hidrobiológicos estacionales importantes en la Laguna del Obispo, principalmente de temperatura y biomasa fitoplanctónica (Ferráz-Reyes, 1987).

En el segundo período, como comprende el final del ciclo de surgencia y comienzo del de estratificación de la región, se observa un aumento de la temperatura con un incremento de biomasa de las ostras. En este período, el mayor crecimiento estuvo asociado a una mayor disponibilidad de alimento relativo al seston orgánico, el cual estuvo asociado con la pluviosidad de la zona.

El seston orgánico para Laguna Grande es mayor que el inorgánico para casi todo el año, lo cual repercute en una menor dilución del seston orgánico por el inorgánico, que el encontrado en otros estudios realizados en el Golfo de Cariaco (Lodeiros y Himmelman, 2000), lo cual implica mayor eficiencia en la absorción de la materia particulada suspendida; esto es una ventaja para el cultivo de las ostras en la Laguna del Obispo, ya que, el aporte energético del seston orgánico, diferente al fitoplancton, jugaría un papel fundamental en el rendimiento de los cultivos, cuando éste es bajo.

En general, a los 3 meses de cultivo, no existió una diferencia notable en el crecimiento de las ostras.

En el período II, en el mes de agosto del tratamiento intermareal las ostras mostraron una disminución en la biomasa, lo cual podría ser debido a la expulsión de gametos.

La talla comercial establecida en los países que han explotado *C. rhizophorae* es > 50 mm. Por ejemplo, en Jamaica es de 50 mm (Litlewood, 1988), mientras que en Brasil es de 60-70 mm (Santos 1978, Ramos y Nascimento 1986, Nascimento *et al.*, 1980) y en Colombia de 60 mm (Luz Velasco, Universidad Santa Marta, Colombia, comunicación personal).

En Venezuela, según la resolución del MAC-DM N° 40 de 1995, se prohíbe la extracción, transporte y venta de ejemplares, cuya longitud total sea inferior a los 60 mm. El incremento de longitud antero-posterior en el tratamiento intermareal, al final del experimento en el período II correspondió a 7 meses de crecimiento, lo que las llevó a alcanzar una talla comercial apreciable de 75 mm. Este crecimiento permite proyectar tallas comerciales (60 mm), a unos 6 meses de cultivo. A pesar de estar normada la talla de extracción de *C. rhizophorae* en 60 mm de longitud máxima de la concha, la talla de venta promedio en Venezuela es de 40-45 mm (Gil y Moreno, 2007).

Teniendo en cuenta que en este estudio se alcanzan dichas tallas o superiores en 3-4 meses de crecimiento, que los organismos bajo cultivo contienen mayor masa comestible que los silvestres (Buitrago *et al.*, 2009) y que *C. rhizophorae* a los 15 mm (Vélez, 1976; Montes *et al.*, 2007), pueden comenzar su reproducción de forma continua, se establece un período adecuado de aporte de reclutamiento al medio con organismos de cultivo y se sugiere la implementación de una talla mínima para la comercialización de la ostra cultivada en 45-50 mm, menor a la establecida para las poblaciones naturales (60 mm).

La implementación de cultivos artesanales con estructuras fijas de construcción sencilla similares a las utilizadas en el presente estudio, podría colaborar a disminuir la presión de extracción irracional de la ostra, disponiendo de la transferencia de tecnología a comunidades que podrían obtener el producto en un corto período de tiempo.

CONCLUSIONES

El factor negativo más determinante para cultivo *Crassostrea rhizophorae*, fue la incidencia *Cymatium*

poulsenii en el tratamiento submareal, lo cual produjo una elevada mortalidad.

El crecimiento, en general, de *Crassostrea rhizophorae* (longitud de la concha, masa del tejido y de la concha), en los períodos estudiados mostraron un patrón similar en ambos tratamientos y períodos experimentales. A los 3-4 meses se alcanzó la talla de venta de la ostra en Venezuela.

Los factores ambientales, principalmente la temperatura y la biomasa fitoplanctónica, cuya variación en la zona está condicionada a la actividad de surgencia tuvieron una relación alta en ambos períodos con el crecimiento de las ostras.

El tratamiento intermareal mostró ser el mejor sistema de cultivo con una buena supervivencia y crecimiento, que alcanzó la talla normada comercial (60 mm), en 6 meses.

AGRADECIMIENTOS

Quintero de la Estación Meteorológica del Instituto Oceanográfico de Venezuela, proporcionó los datos meteorológicos. Luis Freites y Jeremy Mendoza colaboraron con los análisis estadísticos. La Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre, contribuyó parcialmente en esta investigación, siendo ésta su contribución N^o 10.

LITERATURA CITADA

- Alfaro J. 1988. Cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) II. Análisis comparativo de crecimiento y sobrevivencia en tres sistemas de cultivo. Rev. Lat. Acui. 38:21-34.
- Alfaro J. y E. Zamora. 1985. Cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) I: El uso de la lámina para techo como colector de semillas. Rev. Lat. Acui., 28:29-32
- Arias L. M., J. A. Frias, P. V. Daza, H. Rodríguez y P. R. Dueñas. 1995. El Cultivo de la Ostra de Mangle *Crassostrea rhizophorae*. **In:** Rodríguez, H., G. Polo y O. Mora (Eds). Fundamentos de Acuicultura Marina. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, Santa Fé de Bogota, pp.153-208.
- Bacon P. R. 1971. Studies on the biology and cultivation of the mangrove oyster in Trinidad with notes on other shellfish resources. Trop. Sci., 12(4):265-278.
- 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): 1-12.
- Buitrago E., K. Lunar y P. Moreno. 2000. Cultivo piloto de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) en la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita. Mem. Fund. La Salle de Cienc. Nat., 154:25-38.
- Buitrago E., P. Moreno, K. Lunar, y Z. Vasquez. 1999. Cultivo suspendido de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* en la laguna de La Restinga, evaluación de sistemas de fijación de semilla. Memorias de la vigésima novena reunión Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe (ALMC), Cumaná, Venezuela. p. 3.
- FAO 2003. Anuario. Estadísticas de Pesca. Capturas 2000, 90(1). Roma, p 617.
- Ferráz-Reyes E., E. Mandelli y G. Reyes-Vasquez. 1987. Fitoplancton de la Laguna Grande del Obispo, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Universidad de Oriente 26: 111-124.
- Freites L., J. Himmelman and C. Lodeiros. 2000. Impact of predation by gastropods and crabs recruiting onto culture enclosures on the survival of the scallop *Euvola ziczac* (L.) in suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 244:297-303.
- Gil H. y M. Moreno. 2007. Explotación y comercialización de la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae*, en algunas playas turísticas del estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Trop., 25(3): 215-219.
- Guerra A. 2002. La ostricultura. Técnicas de producción. **In:** Polanco E. (ed.), Impulso, Desarrollo y Potenciación de la Ostricultura en España. Fundación Martín Escudero y Ediciones Mundi Prensa, Madrid, pp. 37-73.

- Hanson C. y B. Alexander. 1987. Suspended culture of the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae* in Jamaica. *J. Shellfish Res.*, 7:161-171.
- Hernández O., G. Troccoli y J. Millán. 1998. Crecimiento, engorde y supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*. Guilding, 1828 en la isla de Cubagua, Venezuela. *Caribb. J. Sci.*, 34(3-4): 243-249.
- Hopper M. 2007. Programa WXTide32 version 2,6 Copyright (C) 1998-2005 Michael Hopper. Based on XTide 1.6.2 Copyright (C) 1997, David Flater and WinTide from 1996 by Paul Roberts. <http://wxtide32.com> (05/12/2007).
- Iglesias D., L. Rodríguez, J. Montes, R. F. Conchas, J. L. Pérez, M. Fernández y A. Guerra. 2005. Estudio de viabilidad del cultivo de ostra rizada *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) en diferentes rías gallegas. Primeros resultados biológico-productivos. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 21(1-4): 293-309.
- Littlewood D. T. J. 1988. Subtidal versus intertidal Cultivation of *Crassostrea rhizophorae*. *Aquaculture*, 72: 59-71.
- Littlewood D. T. J. 1991. Oyster cultivation in the Caribbean. *J. World Aquac. Soc.*, 22(1): 70-73.
- Lodeiros C., D. Pico, A. Prieto, N. Narváez and A. Guerra. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult. Inter.*, 10 (4): 327-338.
- 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 Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- Lodeiros C. and N. García. 2004. The use of sea urchins to control fouling during suspended culture of bivalves. *Aquaculture*, 231: 293-298.
- Lodeiros C., E. Buitrago y A. Guerra. 2006. Evaluación del tipo de cestos de cultivo para la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* suspendido en long lines y balsa. *Ciencias Marinas*, 32(2): 331-337.
- Lodeiros C. y L. Freites. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. *En: Lovatelli, A., U. Iker y A. Farias. (Eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. 359p.*
- Lodeiros C., I. Freites, C. Castellanos y L. Velasco. 2008. Cultivo de moluscos pectínidos en el Caribe. *Foro Ac. Rec. Mar. Rías. Gal.*, 10: 465-470
- Montes A., A. Prieto y L. Ruiz. 2007. Abundancia, biomasa y proporción sexual en una población natural de la ostra (*Crassostrea rhizophorae*) en Laguna Grande del Obispo, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol. Univ. del Zulia*, 41(4): 485-501.
- Narváez N., C. Lodeiros, L. Freites, M. Núñez, 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(4): 785-797.
- Nascimento I., S. Pereira and F. Souza. 1980. Determination of the optimum commercial size for the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) in Todos os Santos Bay, Brazil. *Aquaculture*, 20:1-8.
- Nikolic C., A. Bosch and S. Alfonso. 1976. A system for farming the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*, (Guilding, 1828). *Aquaculture*, 9(1): 1-19.
- Okuda T, J. Benitez-Alvarez, J. Bonilla, y G. Cedeño. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. 17 (1-2): 69-88.
- Oliveira J. 2001. O cultivo intertidal da ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae*, (Guilding, 1828): seleção de áreas pelo uso de índices de qualidade de habitat. Tesis de grado para la obtención del título Bachelor en Ciencias Biológicas. Universidad Federal de Bahía, Salvador, Brasil. 25p.

- Perron F. E., G. A. Heslinga and J. O. Fagolimul. 1985. The gastropod *Cymatium muricinum*, a predator on juvenile tridacnid clams. *Aquaculture*, 48:211-221.
- Poli C. L. 1999. Controle de predadores do cultivo de ostras no litoral de Santa Catarina. Informe Técnico. Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. p7.
- Ramos M. I. S., I. A. Nascimento and J. L. E. Silva. 1986. The comparative Growth and survival of Pacific oyster and mangrove oyster in Todos os Santos Bay, Brazil. *Ciencia e Cultura*. V.38. n.9, pp. 1604 -1615.
- Rampersad J. N. and D. R. Ammons. 1992. Production of *Crassostrea rhizophorae*, (Guilding) spat from hatchery-reared larvae. *Aquaculture*, 106:253-260.
- Santos J. J. 1978. Aspectos da ecologia da ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) na Bahia de Todos os Santos., Tesis de doctorado-Instituto de Biociências, Universidad de São Paulo, Brasil p 116.
- Strickland J. and T. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish Res. Board of Can Bull 167. (2nd Edition) Ottawa. p 310.
- Urbano T., C. Lodeiros, M. De Donato, V. Acosta, D. Arrieche, M. Núñez y J. Himmelman. 2005. Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna* (Linné, 1758), *Perna viridis* (Linné, 1758) y de una variante morfológica bajo sistema de cultivo suspendido *Ciencias Marinas*, 31(3): 517-528.
- Vélez A. 1976. Crecimiento, edad y madurez sexual del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 15 (1): 65-72.
- Villarroel E., E. Buitrago y C. Lodeiros. 2004. Identificación de factores que afectan el crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea rhizophorae* (MOLLUSCA: BIVALVIA) bajo condiciones de cultivo suspendido. *Rev. Cient. Facultad de Cienc. Veterinarias, Univ. del Zulia*, 14(1):1-12.
- Wade B. A., R. Brown, C. Hanson, R. Hubbard, A. Lawrence and B. Lopez. 1980. The development of oyster culture techniques for Jamaica. *Proc. Assoc. Isl.* 15:1-30.
- Watters K. and P. A. Martinez. 1976. A method for the cultivation of the mangrove oyster in Puerto Rico. *Agric. Fisheries Cont.*, 8(1):1-35.
- Wedler E. 1980. Experimental spat collecting and growing of the oyster, *Crassostrea rhizophorae* in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Aquaculture*. 21(3):251-259.
- Zar J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd Edition, Pentice-Hall, New Jersey. 663 p.