

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN AL CRECIMIENTO Y LA SUPERVIVENCIA DE *Crassostrea rhizophorae* (MOLLUSCA: BIVALVIA) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO SUSPENDIDO EN EL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

Identification of Environmental Factors Affecting Growth and Survival of the Tropical Oyster *Crassostrea Rhizophorae* in Suspended Culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela

Elvis Villarroel¹, Esperanza Buitrago³ y César Lodeiros²

¹Dpto. Biología, Escuela de Ciencias. ²Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná 6101, Venezuela. E-mail: clodeiro@sucre.udo.edu.ve. ³Departamento de Cultivos, Estación de Investigaciones Marinas, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Punta de Piedras 6318, Isla de Margarita, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la sobrevivencia de juveniles (30 mm) de *Crassostrea rhizophorae* cultivados en sistema suspendido en relación con los factores ambientales en el Golfo de Cariaco, Venezuela, durante seis meses (junio-noviembre 2002), en el período de surgencia discontinua y estratificación del agua de la región. Los juveniles fueron mantenidos en cestas españolas conteniendo 100 ejemplares en cada una y suspendidas de un "long line" a 2-3 m de la superficie. A las ostras, mensualmente se les determinó la dimensión y masa seca de la concha, cuerpo y de los organismos del "fouling" sobre la concha. La temperatura fue registrada continuamente con un termógrafo electrónico y la disponibilidad de alimento (seston total y orgánico y biomasa fitoplanctónica), la concentración del oxígeno y la salinidad del agua, fueron registradas semanalmente. Un incremento de 15 mm con una sobrevivencia del 70% en los seis meses del estudio muestran poca factibilidad del cultivo de *C. rhizophorae* en la localidad de Turpialito. Las tasas bajas de crecimiento se relacionaron con la poca disponibilidad de alimento, principalmente biomasa fitoplanctónica. La cantidad de "fouling" sobre las cestas y las conchas de las ostras, al igual que la depredación, principalmente por gasterópodos del género *Cymatium*, son factores negativos para el cultivo. La reproducción podría ser un factor endógeno que afecta al crecimiento somático. Estudios sobre el crecimiento y la reproducción en períodos de surgencia continua (enero-junio), donde la disponibilidad del alimento es mayor, así como estudios sobre la influencia del "fouling" y del gasterópodo *Cymatium* spp., son necesarios para generar estrategias del cultivo de *C. rhizophorae*, particularmente en el Golfo de Cariaco.

Palabras clave: Ostras, cultivo de moluscos, depredación, sobrevivencia, factores ambientales.

ABSTRACT

It was evaluated the growth and survival of *Crassostrea rhizophorae* juveniles (30 mm) in suspended culture in relation with environmental factors in Golfo de Cariaco, Venezuela, during six months (june-november 2002), in the period of discontinued upwelling and water stratification. Juveniles were maintained in enclosures with 100 individuals suspended to long line at 2-3 m from the surface. The oysters were analyzed monthly determining shell dimensions and dry mass of shell, and soft body, and fouling organisms on shells. Temperature was continually recorded with electronic thermographs and food availability (total and organic seston and phytoplanktonic biomass), oxygen concentration and salinity were determined weekly. The 15-mm increase in shell height and the 70% of survival suggest a low culture feasibility of *C. rhizophorae* in Golfo de Cariaco (Turpialito locality). Slow growth rates were related to low food availability, mainly phytoplanktonic biomass. Fouling in enclosures and on shells, in addition to predation, principally by *Cymatium* spp. gastropods, were negative factors for culture. Reproduction could be an endogenous factor that affects somatic growth. Studies of growth and survival in continuing upwelling period (january-june), where food availability is high, as well as studies of fouling and predation influences are necessary to establish strategies for the *C. rhizophorae* culture in the Golfo de Cariaco.

Key words: Oyster, mollusk culture, predation, survival, environmental factors.

INTRODUCCIÓN

La ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae* es una especie hermafrodita protándrica, de talla mediana-grande, que alcanza longitudes hasta de 100 mm, concha gruesa y de forma variable, generalmente alargada, de gris a negro. La valva superior es aplanada y más pequeña que la inferior y se distribuye en el Caribe y Atlántico suramericano hasta Brasil [22]. La especie habita normalmente en los ecosistemas con manglar y salinidades superiores a 30%, comúnmente se encuentra adherida a las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* y 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 (1890 TM para el año 2000) [13]. En las costas venezolanas, la ostra es comercializada en zonas turísticas por un número de personas que la sus traen de los manglares, actividad que sostiene económicamente a ciertos núcleos familiares. Esta actividad ha sido conducida de forma irracional, debido no solo a la sobreexplotación de los bancos naturales, sino también por la extracción de las raíces de los manglares. En este sentido, se hacen necesarios estudios de su cultivo con el objetivo de aumentar la producción de la ostra y al mismo tiempo preservar el ambiente.

En Venezuela, *C. rhizophorae* se ha cultivado comercialmente en el Golfo de Cariaco y en Boca del Río, Isla Margarita, pero algunos problemas, principalmente la incidencia de "fouling" ha limitado la industria del cultivo [30, 41]. Se han ensayado estudios en varios países del área del Caribe y la costa Atlántica hasta Brasil, como Puerto Rico [43], Jamaica [17, 42], Costa Rica [1, 2], Cuba [29], Colombia [4, 44], Trinidad y Tobago [5, 33] y Brasil [28]. Los resultados de crecimiento obtenidos oscilan entre los 40 y 80 mm en 6 meses, con sobrevivencias entre el 55 y el 94% en diversos sistemas de cultivo. No obstante, para un mejor entendimiento de las respuestas fisiológicas de la ostra ante el ambiente y para establecer estrategias de cultivo en localidades particulares, se hace necesario la evaluación del crecimiento de la especie paralelamente con la evaluación de los factores ambientales, no sólo para caracterizar zonas de futuro cultivo, sino para generar conocimiento sobre la modulación ambiental en los procesos fisiológicos de los invertebrados en el trópico.

Estudios recientes [8] muestran la gran potencialidad que posee la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela, como un cuerpo de agua ideal para la captación de juveniles o "semilla", captándose hasta 375 semillas $m^{-2} mes^{-1}$ y aunque las condiciones de alta productividad de la laguna son propicias para el crecimiento de la especie [9], el establecimiento de cultivos comerciales en dicha zona no es permisible por formar parte del Parque Nacional Laguna de La Restinga. Debido a ello, la Laguna de La Restinga, se manifiesta como una zona de producción de semillas, para ser trasladadas a otras áreas, con el objetivo de realizar actividades de cultivo y repoblamiento de aquellos ecosistemas que han sido diezma dos por la explotación irracional.

En el presente estudio se evalúa el crecimiento y la supervivencia de juveniles de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de La Restinga, en la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, en relación con la variabilidad de factores ambientales en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante 6 meses (01 junio a 14 noviembre 2002) en la costa sur del Golfo de Cariaco, Venezuela, en aguas aledañas de la localidad de Turpialito, con semillas captadas con colectores artificiales [9] provenientes de la Laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela (FIG. 1).

Para el estudio se utilizaron 400 ejemplares de *C. rhizophorae* con un promedio de $29,8 \pm 5,12$ mm de longitud dorso-ventral de la concha. Dichos ejemplares se repartieron en 4 cestas españolas con una densidad de 100 ejemplares por cesta y se suspendieron a 2-3 m de la superficie, de una línea

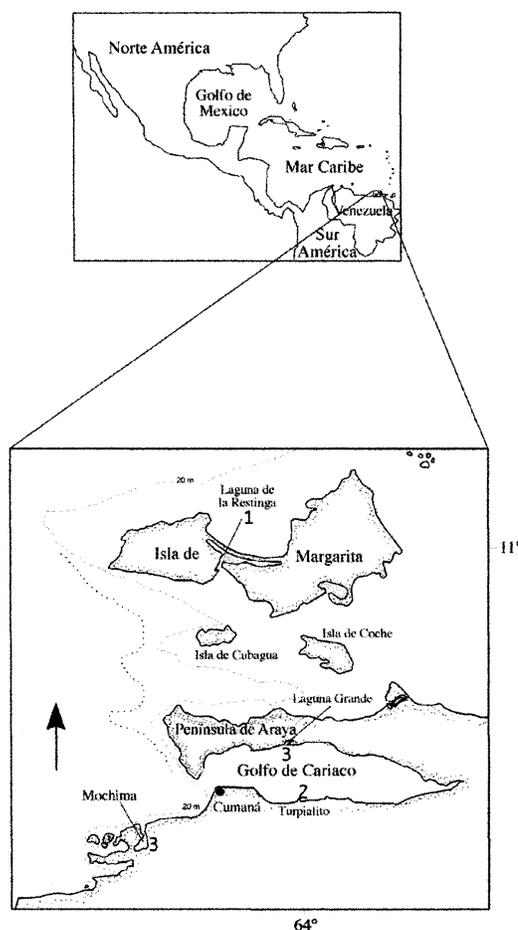


FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO QUE INCLUYE LA ZONA DE CAPTACIÓN DE LAS SEMILLAS (LAGUNA DE LA RESTINGA; 1), ZONA DE TRASPLANTE Y DESARROLLO DEL EXPERIMENTO (TURPIALITO; 2) Y ALGUNAS ZONAS IMPLICADAS EN EL ESTUDIO (MOCHIMA Y LAGUNA GRANDE DEL OBISPO; 3).

larga o "long line", establecida a unos 20 m de la costa en una profundidad de 8 m.

Una cesta de reposición en las mismas condiciones que las experimentales, fue utilizada para mantener la densidad de los individuos en tres réplicas de experimentación, observándose la sobrevivencia semanalmente en cada una de las réplicas.

Para estimar el crecimiento, mensualmente se colectaron quince ejemplares y se les determinó la dimensión de la concha en su eje máximo dorso-ventral, antero-posterior y entre valvas con la ayuda de un vernier digital Mytutoyo (0,01 mm de apreciación), así como la masa seca (60°C durante 72h) de los componentes del cuerpo (concha y tejido blando). De igual manera fue determinada la masa seca de los organismos y material adherido a la concha o "fouling".

Para estimar la influencia ambiental en el crecimiento bajo condiciones de cultivo, se determinó la temperatura, oxígeno, salinidad y parámetros para evaluar la disponibilidad de alimento como el seston total, orgánico, inorgánico y la biomasa fitoplanctónica, estimada mediante clorofila *a*. La temperatura se registró de manera continua a intervalos de 30' con un termógrafo electrónico (Sealog, Vemco Ltd, Halifax) colocado a la misma profundidad del cultivo. Con una periodicidad semanal se tomaron muestras de agua con una botella Niskin de 2L de capacidad, las muestras fueron transferidas a un contenedor opaco y transportadas al laboratorio, en menos de 1h, para su procesamiento. Submuestras de agua de 1 L fueron concentradas en filtros MSF (0,7µm de diámetro de poro), utilizando un equipo Millipore de filtración al vacío. Los filtros con las muestras concentradas fueron lavados con formiato de amonio 3% y almacenados a -20°C, hasta su posterior análisis. Todas las submuestras, previamente a la filtración, fueron tamizadas con una malla de 153 µm de diámetro de poro. El seston total, inorgánico y orgánico, se determinó por métodos gravimétricos y la clorofila *a* por métodos colorimétricos, según las recomendaciones de Strickland y Parsons [37].

Para la evaluación de los parámetros de crecimiento y los incrementos del "fouling", se determinó la normalidad de los datos y se aplicó un análisis de varianza simple o de una vía (ANOVA-1), tomando en cuenta el tiempo como factor y los muestreos o meses como tratamientos del mismo. Como todos los parámetros mostraron diferencias significativas cuando se les aplicó el ANOVA-1 ($P < 0,05$), se utilizó un análisis "a posteriori" de Duncan ($\alpha = 0,05$), para diferenciar las medias de los valores absolutos entre los meses sucesivos, para determinar crecimiento o decrecimientos significativos.

RESULTADOS

Componentes del cuerpo

Las tres longitudes de la concha medidas (dorso-ventral, antero-posterior y entre valvas) mostraron un patrón de creci-

miento similar (FIG. 2A). Desde el inicio del experimento hasta finales de julio 2002, la longitud de la concha mostró un incremento sostenido, principalmente evidenciado en la longitud dorso-ventral, que alcanzó los $43,1 \pm 0,47$ mm, lo cual representa un incremento del 44,6% con respecto a la talla inicial. No obstante, a partir de julio 2002 los incrementos de la longitud no fueron significativos ($P > 0,05$) hasta el final del experimento. Un patrón similar fue observado para el incremento de la masa de la concha (FIG. 2B), el cual fue sostenido hasta el mes de agosto del 2002 (370% del peso inicial); a partir de este momento, las tasas de crecimiento fueron mínimas, sin mostrar diferencias significativas ($P > 0,05$).

La masa seca de los tejidos de la ostra (FIG. 2C) no mostró incrementos significativos ($P > 0,05$) hasta mediados de octubre. A partir de esta fecha, el tejido manifestó un significativo crecimiento ($P < 0,05$) en noviembre, incrementando de $0,17 \pm 0,03$ a $0,55 \pm 0,17$ g.

Sobrevivencia

La sobrevivencia semanal, disminuyó de forma continua, con un receso en el mes de agosto, hasta llegar a un 70% al final del estudio (FIG. 2D).

Factores ambientales

Fouling en la concha

La masa seca del "fouling" sobre las conchas incrementó hasta finales del mes de julio, alcanzando $2,56 \pm 1,36$ g (70% de la masa de la concha), a partir de esa fecha el "fouling" se mantuvo por debajo de 2 g (33 y 48% de la masa de la concha FIG. 2E).

Temperatura

Los registros de temperatura mostraron dos períodos: uno de temperaturas bajas (23,5-25,5°C) establecido desde junio hasta finales de julio y otro de temperaturas altas (26-28°C), entre agosto y final del período experimental (FIG. 3A). Las mínimas temperaturas se observaron a mitad de julio y las máximas entre finales de septiembre y principios de octubre.

Seston

La clorofila *a* mostró un patrón inverso al de la temperatura (FIG. 3B), obteniéndose los máximos valores ($> 2 \mu\text{g L}^{-1}$) cuando las temperaturas fueron bajas, y los mínimos ($< 1 \mu\text{g L}^{-1}$), cuando las temperaturas fueron altas, indicando estratificación del agua. La relación inversa de estos dos factores en los períodos observados coincide con los períodos de surgencia costera y estratificación del agua establecidos en el Golfo de Cariaco [14, 23].

El seston total no mostró un patrón definido (FIG. 3C); no obstante, se estableció un período de mayor concentración ($6-15 \text{ mg L}^{-1}$) desde el inicio de la experiencia hasta finales de septiembre y otro de poca concentración ($3-6 \text{ mg L}^{-1}$) de octu-

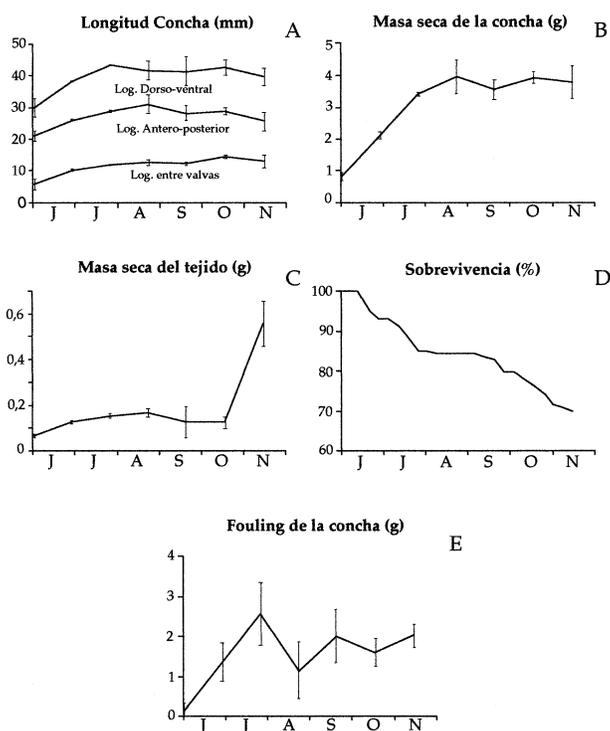


FIGURA 2. PARÁMETROS DE CRECIMIENTO: DIMENSIÓN DE LA CONCHA (A), MASA SECA DE LA CONCHA (B) Y DE LOS TEJIDOS (C), SOBREVIVENCIA (D) Y MASA SECA DEL FOULING DE LA CONCHA DE *CRASSOSTREA RHIZOPHORAE* EN CONDICIONES DE CULTIVO SUSPENDIDO EN TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA. LAS LÍNEAS VERTICALES INDICAN EL ÍNDICE DE DISPERSIÓN CON RESPECTO A LA MEDIA (ERROR ESTÁNDAR).

bre hasta el final del experimento. Estos períodos coinciden con mínimos y máximos en la proporción del seston orgánico con valores de 30 y 62%, aproximadamente (FIG. 3D).

Oxígeno y salinidad

Tanto la concentración de oxígeno como la salinidad no mostraron variaciones relevantes durante el experimento (FIG. 3E y F). El oxígeno generalmente se mantuvo entre 5,5 y 7,0 mg L⁻¹ y la salinidad entre 36 y 38%.

DISCUSIÓN

El presente estudio mostró que *Crassostrea rhizophorae* bajo cultivo suspendido en Turpialito, obtuvo en 6 meses solo un incremento promedio de 13,3 mm, que representa 45-50% de la dimensión de la concha inicial, junto con una sobrevivencia del 70%. Estos resultados muestran poca factibilidad del cultivo en la localidad de Turpialito, comparativamente con otras localidades, en las cuales se han reportado incrementos sobre el 100%, en el mismo período (109%, [3]; 189%, [18]; 100%, [34]; 285% [9]). Este comportamiento sugiere que la ostra debe ser cultivada por mayor tiempo para alcanzar la talla comercial de al menos 60 mm en la localidad de Turpialito. No obstante, debido a que el estudio se realizó en un período coincidente al de surgencia discontinua y estratificación del agua, donde se establecen cambios ambientales importantes

de temperatura y períodos de poca disponibilidad de alimento, el crecimiento y la sobrevivencia probablemente se vieron afectados significativamente por estrés ambiental; bajo esta hipótesis, una alternativa, sin aumentar el período de cultivo, podría ser el establecimiento del cultivo en períodos de surgencia continua (enero-junio), el cual presenta temperaturas más estables y alta disponibilidad de alimento, principalmente biomasa fitoplanctónica. Esta estrategia es recomendada, teniendo en cuenta que el máximo período de captación natural de semillas en los bancos naturales es durante el último trimestre del año, principalmente entre septiembre y noviembre [40], lo que permitiría trasplantar los juveniles y semillas en diciembre y enero, cuando comienza el período de surgencia continua. Un estudio de crecimiento y supervivencia contrastando la variabilidad de los factores ambientales en dicho período es necesario para dilucidar la hipótesis antes señalada.

El estrés que generó la baja tasa de crecimiento y sobrevivencia de la ostra, podría deberse a la densidad de cultivo a la cual se mantuvo los organismos, unos 100 ejemplares por cesta; no obstante, a la talla cultivada (30-40 mm), este número de organismos, equivalente a 758 por m², es usual, y minimizar la densidad, aumenta en consecuencia los costos de producción. En estudios con ostras en densidades equivalentes o mayores, el crecimiento fue mucho mayor [4, 9, 18]. Obviamente, los resultados sugieren que el efecto fue más bien debido a la variabilidad ambiental a la cual fue sometido el cul-

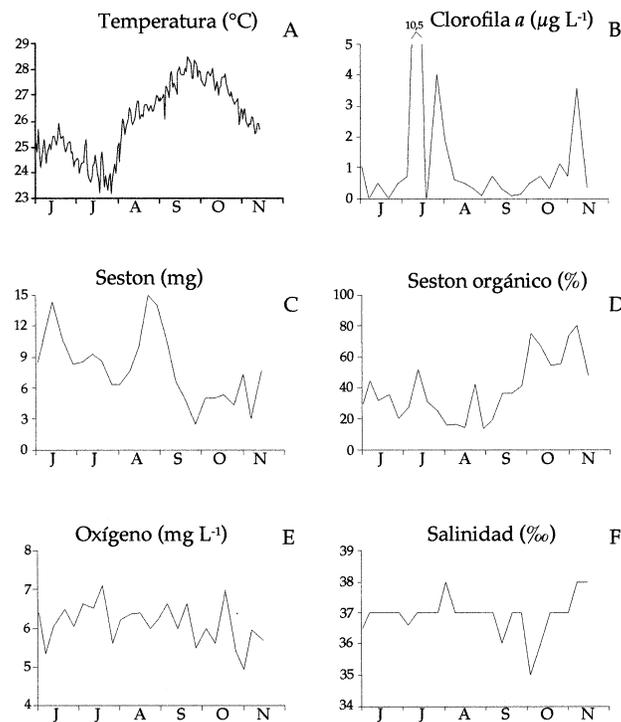


FIGURA 3. TEMPERATURA (A), BIOMASA FITOPLANCTÓNICA ESTIMADA POR CLOROFILA A (B), SESTON TOTAL (C), PROPORCIÓN ORGÁNICA DEL SESTON (D), CONCENTRACIÓN DEL OXÍGENO (E) Y SALINIDAD (E) EN EL AGUA CIRCUNDANTE DEL CULTIVO SUSPENDIDO DE *C. RHIZOPHORAE* EN TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

tivo. En efecto, las mayores tasas de crecimiento ocurren cuando las temperaturas son bajas, relacionadas con la mayor disponibilidad de alimento al inicio y al final del experimento, evidenciado por el crecimiento de la dimensión y masa seca de la concha en los 3 primeros meses del experimento y un marcado incremento de la masa seca del tejido al final del estudio. Este último incremento estuvo relacionado con la elevada biomasa fitoplanctónica (aunque de menor magnitud que al inicio del experimento) junto con un mayor porcentaje del seston orgánico. Probablemente además del fitoplancton, otras partículas orgánicas alimenticias pudieron coadyuvar a un mayor aporte de energía para la producción del tejido blando en la ostra. Estudios con otras especies del género *Crassostrea* indican que el material orgánico del seston, diferente al fitoplancton, es un aporte energético significativo para la ostra [20, 32]. Por otra parte, la proporción menor de seston inorgánico conduce a una dilución menor del orgánico y por ende una disponibilidad mayor para la ostra [6, 45].

Los valores de la concentración de oxígeno se mantuvieron por encima de 5 mg L^{-1} con una media sobre los 6 mg L^{-1} , estos valores son indicativos de una buena disponibilidad de oxígeno disuelto, por lo cual poca influencia negativa pudo ocurrir por dicho factor. De igual manera, las concentraciones de salinidad se encuentra en el rango de tolerancia de *C. rhizophorae* [31], y la variabilidad observada de 2% en todo el período de estudio, muestra ser poco probable para causar un estrés fisiológico en *C. rhizophorae*.

Un factor que pudo influir en el crecimiento fue el “fouling”, el cual se establece en las cestas y en la concha de los organismos de cultivo [11, 12, 21, 23]. En el presente estudio, no se realizó una evaluación del “fouling” depositado en las cestas; no obstante, la presencia de gran cantidad de material biótico y abiótico adherido a las mismas, permiten inferir la influencia negativa del “fouling” por disminución del flujo de alimento o bien la competencia de los organismos del “fouling”, la mayoría filtradores. En la evaluación del “fouling” sobre la concha, se observó un incremento marcado en los primeros meses, hasta más de 2,5g por ejemplar. El “fouling” sobre la concha pudo interferir mecánicamente en la acción de apertura de la concha, sea por interferencia con los bordes de crecimiento o por su peso [25]. El “fouling” sobre la concha cuantificado, supuso hasta un 70% del propio peso de la concha, lo cual reafirma la hipótesis de la influencia negativa del “fouling” en el crecimiento. Una manera de evitar o minimizar el efecto del “fouling”, sería someter las cestas de cultivo a períodos fuera del agua, lo cual podría permitir su reducción en *C. rhizophorae* y otras especies de ostras [9, 35]. Otro método adecuado es la utilización de herbívoros para eliminar las algas de las cestas. Un ejemplo de esto es la utilización del gasterópodo *Litorina litorea* en cultivos de *Crassostrea* spp., lo cual permitiría mayor flujo del agua y disponibilidad de alimento dentro de las cestas de cultivo [10, 12]. En este sentido, la utilización de omnívoros, como erizos, podría ser conveniente no solo por la eliminación de algas en las cestas, sino de las larvas y juve-

niles y/o adultos del "fouling" de las cestas y las conchas de cultivo. Estudios sobre el control mecánico y biológico del "fouling" sobre las cestas y las conchas, son recomendados para minimizar la acción negativa de este factor en *C. rhizophorae*.

En cuanto a la sobrevivencia, en condiciones de cultivo es muy variable. Buitrago y col. [8] en la Laguna La Restinga, y Rojas y Narciso [34] en el refugio de fauna silvestre "Cuare", región occidental de Venezuela, reportan valores de sobrevivencia de 75 y 95% en 8 y 6 meses de cultivo, respectivamente. En este sentido, los valores acumulados en 6 meses (70%), podrían considerarse aceptables. No obstante, observaciones en el manejo del cultivo determinaron la presencia de gasterópodos depredadores del género *Cymatium*, asociados a conchas muertas. Las especies de este género son señaladas como causante de mortalidades en cultivos experimentales en la zona [15, 24, 27]. Dichas mortalidades son explicadas por la captación de los gasterópodos a nivel larvario en las cestas de cultivo, los cuales se desarrollan rápidamente, para luego ejercer una acción altamente depredadora, devastando, en pocos días, las poblaciones de cultivo, principalmente cuando éstas se encuentran en estado juvenil [16]. La mortalidad por depredación de gasterópodos, en el presente estudio, pudo ser minimizada, ya que para estimar la sobrevivencia, los organismos muertos se contaban de forma semanal, pudiendo de esta manera, sustraer los gasterópodos con dicha frecuencia; sin esta continua limpieza la mortalidad pudo ser notablemente más elevada. Aún ejerciendo la limpieza semanal, se observó la presencia de estos gasterópodos con cierto desarrollo (10-20 mm de eje máximo de la concha) asociados a conchas del bivalvo muerto. Llama la atención el efecto causado por las especies de *Cymatium* en una semana. Estudios de crecimiento de una especie similar *Cymatium parthenopeum parthenopeum* [26, 36] muestran una sorprendente tasa de crecimiento de 7,78 mm/día en un experimento de laboratorio de unos 19 días, lo cual soporta el acelerado crecimiento de este depredador. Por otra parte, es posible que el efecto depredador de *Cymatium* spp. pueda ser ejercido a temprana edad, debido a que su comportamiento incluye la segregación de un narcotizante para luego tomar el alimento con su proboscis [16, 19].

Browne y Russel-Hunter [7] y Toumi y col. [38] indican que, en moluscos, cuando la disponibilidad de alimento es limitada en períodos de reproducción, el crecimiento gonádico es favorecido como una estrategia evolutiva. De esta manera, es probable que la especie comenzase a formar gónada a tallas pequeñas, tal como indica Vélez [39], canalizando principalmente la energía en reproducción más que en crecimiento somático. A pesar que, en el presente trabajo, no se evaluó la reproducción, el incremento de la masa de los tejidos, la cual presentaba un aspecto lechoso característico de la producción gonádica (observación personal), sin un incremento en la dimensión y peso de la concha, sugiere que la producción de energía fue canalizada hacia el crecimiento reproductivo y no hacia el somático. Estudios reproductivos de *C. rhizophorae* realizados en la Bahía de Mochima por Vélez [40], mostraron

que aún cuando la gametogénesis tiene lugar durante todo el año, posee la máxima actividad reproductiva entre julio y noviembre, período coincidente con el del incremento de la masa del tejido en el presente estudio. Este autor infiere también que, uno de los factores ambientales que ha mostrado mayor actividad sobre la reproducción en esta especie es la elevada temperatura del agua, en contraste con las fluctuaciones en la composición del fitoplancton, sugiriendo que la disponibilidad de alimento no parece presentar relación con el ciclo reproductivo de *C. rhizophorae*. Si bien en el presente estudio las elevadas e intermedias temperaturas probablemente estuvieron correlacionadas con la reproducción, también lo fue la elevada biomasa fitoplanctónica, lo cual soportaría la alta demanda energética para la producción de gónadas. Estudios de la reproducción de *C. rhizophorae* junto con la evaluación de los factores ambientales, a una escala de tiempo mayor, son necesarios para dilucidar el papel que juegan estos factores en la modulación de la reproducción de *C. rhizophorae*.

Los resultados muestran poca factibilidad del cultivo de *C. rhizophorae* en períodos de surgencia discontinua y estratificación del agua. Las bajas tasas de crecimiento y sobrevivencia establecidas se relacionaron principalmente con la poca disponibilidad de alimento. La cantidad de "fouling" sobre las cestas y las conchas de las ostras, al igual que la depredación por gasterópodos del género *Cymatium* son factores negativos para el cultivo. La reproducción podría ser un factor endógeno que afecta al crecimiento somático. Estudios sobre el crecimiento y la reproducción en períodos de surgencia continua (enero-junio), donde la disponibilidad del alimento es mayor, así como estudios sobre la influencia del "fouling" y del gasterópodo *Cymatium* spp., son necesarios para generar estrategias del cultivo de *C. rhizophorae*, particularmente en el Golfo de Cariaco.

AGRADECIMIENTO

El estudio fue parcialmente financiado por el Fondo Nacional para la Ciencia y la Innovación Tecnológica de Venezuela y el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente. Se agradece la asistencia técnica del personal de la Estación Hidrobiológica de Turpialito y estudiantes del postgrado en Ciencias Marinas de la Universidad de Oriente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALFARO, J.; ZAMORA, E. Cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) I: El uso de la lámina para techo como colector de semillas. **Rev. Lat. Acuic.** 28:29-32. 1985.
- [2] ALFARO, J.A. Cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) II: Análisis comparativo de crecimiento y sobrevivencia en tres sistemas de cultivo **Rev. Lat. Acuic.** 38:21-120.1988.

- [3] ANGELL, C.L. Crecimiento y mortalidad de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*. **Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle**. 94-95: 152-162. 1973.
- [4] ARIAS, L.M.; FRIAS, J.A.; DAZA, P.V.; RODRÍGUEZ, H.; DUEÑAS, P.R. El Cultivo de la Ostra de Mangle *Crassostrea rhizophorae* En: Rodríguez, H., Polo, G. y Mora, O. (Eds). **Fundamentos de Acuicultura Marina**. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, Santa Fé de Bogotá, 153-208 pp. 1995.
- [5] BACON, P.R. Studies on the biology and cultivation of the mangrove oyster in Trinidad with notes on other shellfish resources. **Trop. Sci.** 12(4):265-278. 1971.
- [6] BAYNE, B.L.; NEWELL R. C. Physiological energetics of marine molluscs. In: Saleuddin, A.S.M.: Wilbur K.M. (Eds). **The Mollusca**. 4. Academic Press, N.Y. 407-515 pp.1983.
- [7] BROWNE, R.; RUSSEL-HUNTER, W.D. Reproduction effort in molluscs. **Oecologia** (Berlin) 37: 23-27. 1978.
- [8] BUITRAGO, E.; MORENO, P.; LUNAR, K.; VASQUEZ, Z. 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, 18-24 julio, 3pp.1999.
- [9] BUITRAGO, E.; LUNAR, K.; MORENO, P. 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. 2000.
- [10] CIGARRÍA, J.; FERNÁNDEZ, J.; MAGADÁN, L. Feasibility of biological control of algae fouling in intertidal oyster culture using periwinkles. **J. Shellfish. Res.** 17(4): 1167-1169. 1998.
- [11] CLAERBOUDT, M.; BUREAU, D.; CÔTÉ, J.; HIMMELMAN, J.H. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. **Aquaculture** 121: 327-342. 1994.
- [12] ENRIGHT, C.; KRAILO, D.; STAPLES, L.; SMIHT, M.; VAUGHAN, C.; WARD, D.; GAUL, P.; BORGESSE, E. Biological control of fouling algae in oyster aquaculture. **J. Shellfish Res.** 3: 41-44. 1983.
- [13] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). **Anuario. Estadísticas de Pesca. Capturas 2000**, vol. 90/1, 617pp. 2002.
- [14] FERRAZ-REYES, E. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente** 28: 47-56. 1989.
- [15] FREITES, L.; VÉLEZ, A.; VERA, B.; LODEIROS, C. Efecto de la densidad sobre el crecimiento y la supervivencia de juveniles de *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) bajo condiciones de cultivo suspendido. **Ciencias Marinas**. 21: 361-372. 1995.
- [16] FREITES, L.; HIMMELMAN, J.H.; LODEIROS, C. 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. Bio. Ecol.** 244: 295-303. 2000.
- [17] HANSON, C.; ALEXANDER, B. Suspended culture of the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae* in Jamaica. **J. Shellfish Res.** 7:161-171. 1987.
- [18] HERNANDEZ, O.; TROCCHI, G.; MILLAN, J. Crecimiento, engorde y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828 en la isla de Cubagua, Venezuela. **Caribb. J. Sci.** 34(3-4):243-249. 1998.
- [19] HOUBRICK, J.R.; FRETTER, V. Some aspects of the functional anatomy and biology of *Cymatium* and *Bursa*. **Proc. Malacol. Soc. Lond.** 38: 415-429. 1969.
- [20] HYUN, K-H.; PANG, I.C.; KLINCK, J.M.; CHOI, K-S.; LEE, J-B.; POWELL, E.N.; HOFMANN, E.E.; BOCHENEK, E.A. The effect of food composition on Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) growth in Korea: a modeling study. **Aquaculture** 199:41-62. 2001.
- [21] LODEIROS, C.J.; HIMMELMAN, J.H. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. **Aquaculture Res.** 27: 749-756. 1996.
- [22] LODEIROS, C.; MARÍN, B.; PRIETO, A. **Catálogo de moluscos de las costas nororientales de Venezuela. Clase Bivalvia**. Ediciones APUDONS, Cumaná, Venezuela. 103pp. 1999.
- [23] LODEIROS, C.; HIMMELMAN, J.H. 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. 2000.
- [24] LODEIROS, C.; PICO, D.; PRIETO, A.; NARVÁEZ, N.; GUERRA, A. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. **Aquaculture Internat.** 10(4): 327-339. 2002.
- [25] LODEIROS, C. Una cuestión de peso y posición. **Rev. Biol. Trop.** 50 (3/4): 875-878. 2002.
- [26] MANZONI, G.C.; LACAVA L.A. Crescimento dos gastrópodos *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. 1998.
- [27] NARVÁEZ, N.; LODEIROS, C.; FREITES, L.; NUÑEZ, M.; PICO, D.; PRIETO A. Abundancia de juveniles y crecimiento de la concha abanico *Pinna carnea* (Gmelin, 1791) en cultivo suspendido. **Rev. Biol. Trop.** 48: 785-797. 2000.
- [28] NASCIMENTO, I.; PEREIRA, S.; SOUZA, F. Determination of the optimum commercial size for the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) in Todos os Santos Bay, Brasil. **Aquaculture**. 20:1-8. 1980.
- [29] NIKOLIC, C.; BOSCH, A.; ALFONSO, S. A system for farming the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*, (Guilding, 1828). **Aquaculture**. 9(1): 1-19. 1976.
- [30] POZA, J. Aspectos históricos del cultivo de moluscos. **Natura** 78: 31-36. 1986.
- [31] POZA, J.; RODRÍGUEZ, R. Supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* a las variaciones de temperatura, salinidad y pH. **Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle**. 18(127-128):217-231. 1987.
- [32] QUAYLE, D.B. Pacific Oyster Culture in British Columbia. **Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.** 218: 1-231. 1988.
- [33] RAMPERSAD, J.N.; AMMONS, D.R. Production of *Crassostrea rhizophorae*, (Guilding) spat from hatchery-reared larvae. **Aquaculture**. 106:253-260. 1992.
- [34] ROJAS, J.R.L.; NARCISO, S. Cultivo extensivo semi-controlado de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* en un sistema suspendido de parque fijo en el refugio de fauna silvestre Cuare, estado Falcón, Venezuela. **Memorias II Congreso Sur-Americano de Acuicultura, III Congreso de la Word Aquaculture Society/Latin American Chapter**, Puerto La Cruz, 17-20 noviembre. 146-157pp. 1999.
- [35] SILVEIRA, N. Predadores, incrustantes y enfermedades. En: **Técnicas Básicas en Cultivo de Moluscos**. Universidad Federal de Santa Catarina, Laboratorio de Cultivo de Moluscos Marinhos, Florianópolis, 39-55pp. 1997.
- [36] SILVEIRA, N.; LOPES, N.; MANZONI, G.C.; BROGNOLI, F. Produção de sementes. En: **Cultivo de ostras**. Florianópolis, UFSC/FAPEU/FBB. Relatório final de pesquisa. 206 pp. 1994.
- [37] STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. A practical handbook of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Board Can.** No. 167. 310 pp. 1972.
- [38] TOUMI, J.; HAKALA, T.; HAUKIOJA, E. Alternative concepts of reproductive effort, costs of reproduction and selection in life history evolution. **Am. Zool.** 23: 25-34. 1983.
- [39] VÉLEZ, A. Crecimiento, edad y madurez sexual del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía de Mochima. **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**. 15 (1): 65-72. 1976.
- [40] VÉLEZ, A. Ciclo anual de reproducción del ostión *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) de Bahía de Mochima. **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**. 16 (1-2): 87-97. 1977.
- [41] VÉLEZ, A.; LODEIROS C. El cultivo de moluscos en Venezuela. En: **Cultivo de moluscos en América Latina**. Hernández, A. (Ed.). Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. CIID-Canadá. 345-369 pp. 1990.
- [42] WADE, B.A.; BROWN, R.; HANSON, C.; HUBBARD, R.; LAWRENCE, A.; LOPEZ, B. The development of oyster culture techniques for Jamaica. **Proc. Assoc. Isl. Mar. Lab. Caribb.** 15:1-30. 1980.
- [43] WATTERS, K; MARTÍNEZ, P.A. A method for the cultivation of the mangrove oyster in Puerto Rico. **Agric. Fisheries Cont.** 8(1):1-35. 1976.
- [44] WEDLER, E. Experimental spat collecting and growing of the oyster, *Crassostrea rhizophorae* in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. **Aquaculture**. 21(3):251-259. 1980.
- [45] WONG, W.H.; CHEUNG, S.G. Feeding rates and scope for growth of green mussels, *Perna viridis* (L.) and their relationship with food availability in Kat O, Hong Kong. **Aquaculture**. 193:123-137. 2001.