



Manejo y aprovechamiento de recursos

Identificación del ostión americano *Crassostrea virginica* (Mollusca: Bivalvia: Ostreidae) como recurso natural en las Antillas Mayores: Cuba

Identification of the American oyster Crassostrea virginica (Mollusca: Bivalvia: Ostreidae) as a natural resource in the Greater Antilles: Cuba

Abel Betanzos-Vega^a, César Lodeiros^b, José Espinosa-Sáez^c y José M. Mazón-Suástegui^{d,*}

^a Centro de Investigaciones Pesqueras, calle 246 y 5.^a Ave. Santa Fe, Playa, La Habana, Cuba

^b Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, 6101, Cumaná, Venezuela

^c Instituto de Oceanología, Ave. 1.^a Núm. 18406, Esq. 186, Colonia Flores, La Habana, Cuba

^d Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, 23096, La Paz, Baja California Sur, México

Recibido el 8 de diciembre de 2015; aceptado el 25 de julio de 2016

Disponible en Internet el 31 de octubre de 2016

Resumen

El ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) ha sido considerado la única especie de ostión nativo que se comercializa en Cuba. Sin embargo, se han encontrado agregaciones de «ostión de fondo» en las cuencas de los ríos Cuyaguaje y Cauto de Cuba, con morfología y hábitat diferentes a *C. rhizophorae*, cuya extracción contribuye a la producción ostrícola nacional. El presente estudio tuvo como objetivo la caracterización fenotípica de ambos ostiones en 3 zonas de estas cuencas, mostrando evidencias de dicotomías fenotípicas y de hábitat entre ambos recursos pesqueros, mostrando a *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) como la especie denominada «ostión de fondo». Esta mostró una talla (promedio 61.1 ± 23.46 mm, máxima 145 mm) superior al 65% de la del ostión de mangle *C. rhizophorae* (promedio 37.2 ± 11.95 mm, máxima 87 mm), así como un mayor rendimiento (4.5-10.2% de carne con respecto al peso total) que las poblaciones del ostión de mangle (3.9 a 7.1%). Este estudio registra por primera vez la especie *C. virginica* como recurso natural en explotación comercial en Cuba y su mayor rendimiento evidencia un potencial como especie cultivable en las Antillas Mayores.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Dicotomía fenotípica; Recurso marino; Ostreidae; Cuba

Abstract

The mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) is the only native species of oyster marketed in Cuba. However, oyster beds (known locally as “bottom oyster”) were found in the mouth of the Cuyaguaje and Cauto Rivers, with a different morphology and occupying a different habitat with respect to *C. rhizophorae*. These also contribute to oyster production in Cuba. We addressed studies for phenotypic characterization of both oysters found in 3 areas surrounding these 2 rivers, finding evidence of phenotypic and habitat dichotomies of the bottom oyster from the mangrove oyster. We conclude that *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) is the species called “bottom-oyster”. Its average size is 61.1 ± 23.46 mm and reaches a maximum length of 145 mm, which is 65% larger than the mangrove oyster *C. rhizophorae* (average 37.2 ± 11.95 mm, maximum 87 mm) and has higher meat yield (4.5-10.2% meat of total weight) than populations of the mangrove oyster (3.9 to 7.1%). This study is the first report of *C. virginica* available as a natural resource for commercial exploitation in Cuba. Its excellent performance recommends it for cultivation in the Greater Antilles.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords: Phenotypic dichotomy; Marine resource; Ostreidae; Cuba

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmazon04@cibnor.mx (J.M. Mazón-Suástegui).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

El ostión u ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilting, 1828) ha sido considerada la única especie nativa de Cuba de la familia Ostreidae que se comercializa en el mercado nacional. Su producción proviene de la extracción pesquera directa en los bancos naturales intermareales o por ostricultura artesanal (Baisre, 2004; Betanzos-Vega, Rivero-Suárez y Mazón-Suástegui, 2014; Frías y Rodríguez, 1991). En su ambiente natural, el principal sustrato de fijación son las raíces y ramas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus, 1753). No obstante, de acuerdo con pescadores ostrícolas y registros estadísticos de la Empresa Pesquera Industrial de Granma, a partir del año 2007 y de forma accidental, se detectaron bancos naturales de ostión en el lecho del río Cauto, provincia de Granma, en Cuba. Este nuevo recurso óstrico ha sido denominado «ostión de fondo» por los pescadores cubanos y ha sido incorporado paulatinamente a la captura comercial de varias empresas. A partir de abril de 2012 comenzaron a detectarse nuevos registros de este recurso en la zona estuarina del río Cuyaguaje y en la laguna El Chevi, provincia de Pinar del Río (Betanzos-Vega y Mazón-Suástegui, 2014).

Crassostrea virginica es una especie de ostión con hábitat natural submareal y su existencia como tal se ha reportado en la bahía de Cienfuegos, Cuba (Fernández-Milera y Argüelles, 1978; Gómez-Batista, Metian, Teyssie, Alonso-Hernández y Warnau, 2007; Nikolic y Bosh, 1975; Nikolic y Bosch, 1976). Sin embargo, de acuerdo con Gofas (2015), solo se reconoce taxonómicamente para Cuba el ostión de mangle *C. rhizophorae*, una especie que algunos estudios consideran una sinonimia de *C. virginica* (Eastern Oyster Biological Review Team, 2007; Newball y Carriker, 1983). No obstante, Mikkelsen y Bieler (2008) consideran a ambos ostiones como especies válidas. Amaral y Simone (2014) refieren que *C. virginica* se distribuye por las costas del Atlántico de Canadá, golfo de México, América Central y el Caribe, por lo que dicha evidencia ha sido considerada en el presente estudio.

A la fecha, la presencia de *C. virginica* no se había reportado para las zonas de estudio, ni su captura comercial en Cuba. Por lo anterior, tomando en cuenta la importancia económica de las especies y que la caracterización de estas en la administración de los recursos pesqueros es esencial para su conservación, se ratifica la presencia de *C. virginica* en Cuba, a la vez que se reportan bancos naturales de ostión americano en 2 nuevas regiones del sur de Cuba, así como su incidencia en la captura comercial y su rendimiento productivo.

Materiales y métodos

Las zonas de estudio se ubicaron en 2 de las principales cuencas hidrográficas de Cuba, la del río Cuyaguaje, al suroccidente, y la del río Cauto, en la región suroriental (fig. 1). Ambos ríos han sido represados, lo que ha incrementado sus características estuarinas (Baisre, 2004). Se definieron 3 zonas de muestreo en función de la presencia del «ostión de fondo», 2 de ellas en la cuenca del río Cuyaguaje (zonas I y II) y la zona III en el

río Cauto (fig. 1). En las 3 zonas hay presencia compartida de ostión de mangle (*C. rhizophorae*) en bancos naturales con régimen intermareal y de ostión de fondo (*C. virginica*) en régimen submareal.

Se llevaron a cabo muestreos biológicos en el río Cauto en octubre de 2014 y en la cuenca del río Cuyaguaje en diciembre de 2014. En cada zona evaluada se obtuvieron muestras al azar (20 ostiones de fondo y 20 ostiones de mangle; $n=60$ por tipo de ostión), todos con talla comercial (≥ 40 mm) (Baisre, 2004), y se analizaron las características morfológicas externas e internas de la concha y la estructura de los órganos internos, siguiendo patrones de diferenciación taxonómica e identificación sistemática, de conformidad con la literatura sobre sistemática de moluscos bivalvos, particularmente de la familia Ostreidae y del género *Crassostrea* (Amaral y Simone, 2014; Castillo-Rodríguez y García-Cubas, 1984; Galtsoff, 1964; Márquez, 1992; Mikkelsen y Bieler, 2008; Newball y Carriker, 1983; Palmer y Carriker, 1979; Ríos, 1994). Además, se determinó la longitud anteroposterior en milímetros, medida desde el umbo hasta el borde distal de la concha, utilizando un calibrador Vernier con precisión de 0.05 mm, y el rendimiento en cuanto a la proporción de los tejidos con respecto a su peso total, a partir de la recolección aleatoria de más de 700 organismos para cada tipo de ostión.

Con el objeto de determinar diferencias/similitudes ambientales entre los hábitats del ostión de mangle y de fondo, se registró la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), la salinidad (ups), el oxígeno disuelto (mg L^{-1}) y el pH del agua con una sonda multiparamétrica HANNA HI 9828. Estos registros se realizaron a 5 cm del fondo (interfase agua-sedimento) para el ostión de fondo y 30 cm por debajo de la superficie del agua para el ostión de mangle. Para caracterizar el hábitat en cada zona ostrícola se utilizaron valores medios y extremos registrados en diferentes muestreos abióticos realizados *in situ* durante los meses de enero de 2011, mayo de 2012 y diciembre de 2014 para las zonas I y II (cuenca del Cuyaguaje), y en junio, septiembre y octubre de 2014 para la zona III (río Cauto).

El análisis diferencial de la longitud de la concha de ambos topotipos de ostiones entre zonas se realizó a partir de un análisis de varianza de una vía, seguido de la prueba de comparaciones múltiples *least significant difference* de Fisher. Para determinar diferencias o similitudes entre hábitats, se agruparon los valores hidrológicos en 2 columnas de datos para cada parámetro estudiado: una columna con los valores correspondientes a los muestreos realizados en los bancos de ostión de mangle ($n=27$), y otra columna con los datos de las zonas de ostión de fondo ($n=18$), contrastando las medidas a través de una prueba *t*-Student. En todos los casos se determinó que los valores a analizar presentaron una distribución normal (prueba-F) y se estableció como valor de significación $p=0.05$, siguiendo las recomendaciones de Zar (1984).

Resultados

En la zona I se registró la presencia del ostión de mangle cerca de la desembocadura del río Cuyaguaje y la laguna aledaña, localizándose los bancos de ostión de fondo más al interior del

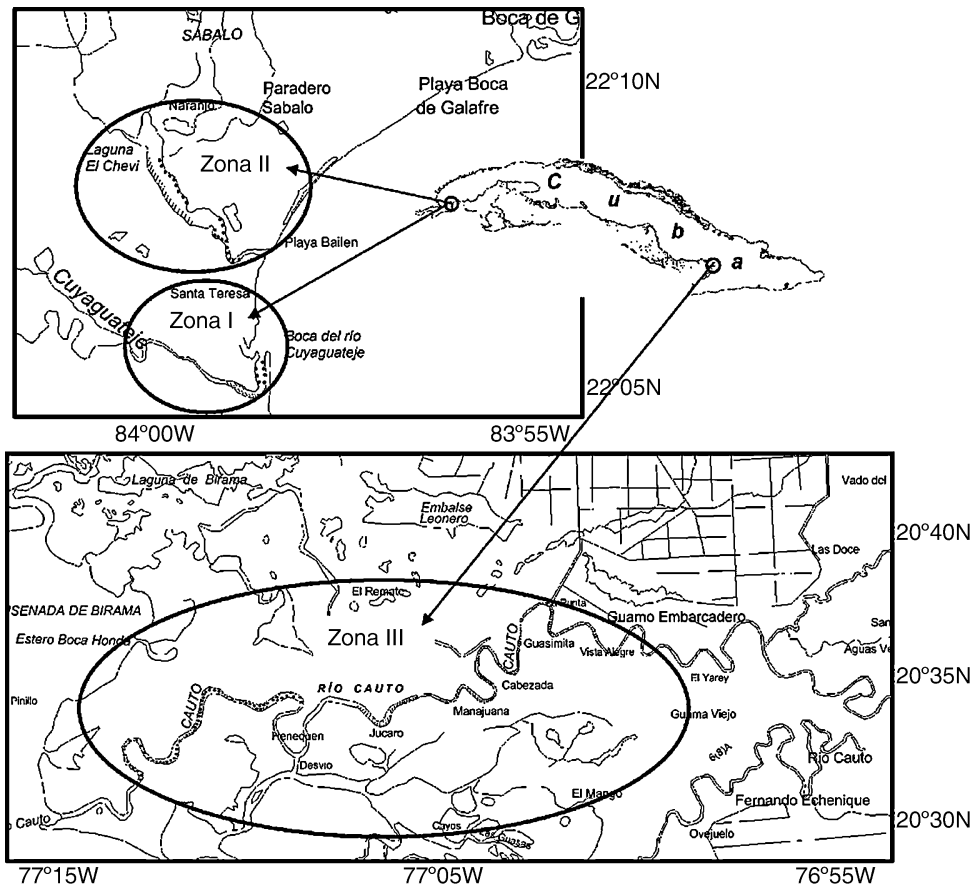


Figura 1. Zonas de estudio: cuenca del río Cuyaguaje (zonas I y II) y cuenca del río Cauto (zona III). Con rayado, las zonas de ostión de fondo, y con puntos negros, las de ostión de mangle.

río. En la zona II (laguna El Chevi-estero Sábalo) se presentaron bancos naturales intermareales de ostión de mangle en el estero y en parte de la laguna, pero el ostión de fondo predominó en el lecho de la parte sur de la laguna (fig. 1). En la zona III, los bancos naturales de ostión de fondo se extendieron intermitentemente por 5 km, aguas arriba de la zona conocida como «El desvío» (fig. 1), un brazo de agua que comunica el río con el sistema lagunar adyacente. El ostión de mangle se encontró aguas abajo del río Cauto, hacia su desembocadura.

Caracteres fenotípicos de las valvas y el cuerpo blando

En la tabla 1 se muestra un resumen de las características fenotípicas de las valvas y el cuerpo blando del ostión de mangle (*C. rhizophorae*) y el ostión de fondo (*C. virginica*). El ostión de mangle mostró una forma abanicada (fig. 2a), con color interno de las valvas blanco, con tonalidad gris en el borde (fig. 2b), mientras que el ostión de fondo presentó formas alargadas y piriformes (fig. 3a), con color interno de la valva blanco nácar (fig. 3b). En términos generales, el ostión de mangle (*C. rhizophorae*) mostró la valva superior (derecha) más plana y lisa y la valva inferior (izquierda) más cóncava. En el ostión de fondo (*C. virginica*) la valva superior no es predominantemente lisa, observándose líneas escalonadas de crecimiento hacia el borde, y la valva inferior mostró notables irregularidades. Aunque el grosor o espesor medio de las valvas en el ostión de fondo

(submareal) del río Cauto (zona III) fue relativamente superior (media de 2.5 mm) a la del ostión (intermareal) de mangle (2.3 mm), ambas fueron menos gruesas que en los ostiones del Cuayaguaje (zona I) y la laguna El Chevi (zona II), con promedio de 2.8 mm en ostión de fondo y de 3.2 mm en ostión de mangle. La huella del músculo aductor en el ostión de mangle mostró una forma ovalada y alargada de color púrpura claro, mientras que en el ostión de fondo se observaron ejemplares con la huella redondeada y de color café o púrpura oscuro, aunque en algunos ostiones de fondo la pigmentación fue difusa.

Longitud de la concha y rendimiento

La longitud promedio de la concha (meses evaluados: octubre y diciembre de 2014) del ostión de fondo (61.1 ± 23.46 mm) fue notablemente superior a la del ostión de mangle (37.2 ± 11.95 mm), siendo la talla máxima alcanzada de 145 y 87 mm, respectivamente. Esto fue consistente con el hecho de que en todas las poblaciones de las zonas estudiadas, la longitud promedio de la concha del ostión de fondo (*C. virginica*) fue estadísticamente ($p < 0.05$) superior a la de la ostra de mangle (*C. rhizophorae*), que no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las zonas estudiadas. No obstante, en las 2 especies de ostión, la talla de la zona III (Cauto) fue superior a la de las zonas I y II (fig. 4). El rendimiento de la carne fue

Tabla 1
Análisis de diferenciación morfoanatómica entre ostión de mangle y ostión de fondo.

Valva externa	Ostión de mangle <i>Crassostrea rhizophorae</i>	Ostión de fondo <i>Crassostrea virginica</i>
Valvas (grosor)	Más gruesas-poco grosor	Poco grosor, menos gruesas
Forma del ostión en concha	Abanico-semicircular-ovalada	Alargada-ovalada-piriforme
Valva derecha (superior)	Lisa-achatada	Opercular con protuberancia
Valva izquierda (inferior)	Tipo tasa, cóncava hacia umbo	Cóncava del centro al umbo
Concavidad	Pronunciada	Moderada
Color externo de la valva	Pardo, líneas violáceas	Pardo-café-verdoso
Valva interna		
Color interior de la valva	Blanco, tonos grisáceos	Blanco nácar, tonos púrpura
Huella del músculo aductor	Ovalada-alargada	Ovalada-redondeada
Anatomía cuerpo blando		
Cavidad del manto	Forma alargada a ovoide	Forma ovoide
Boca	Alargada-semicircular	En forma de herradura
Tamaño músculo aductor	50-65% de las partes blandas	20-35% de las partes blandas

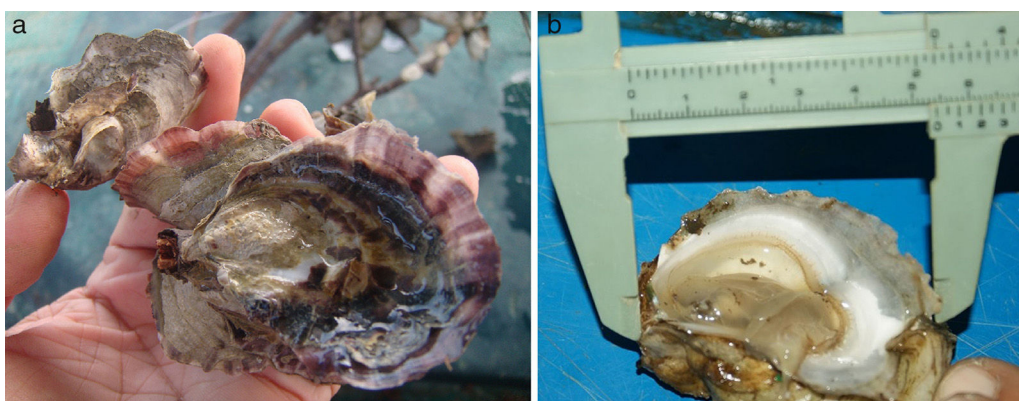


Figura 2. Ostión de mangle, *C. rhizophorae*. a) La valva inferior (izquierda) sobresale, no es equivalva; b) apariencia interior de la concha de un ostión de mangle adulto, con el animal.

notablemente mayor para el ostión de fondo, con un intervalo que fue del 4.5 al 10.2%, siendo el del ostión de mangle de 3.9 a 7.1%.

Hábitat, características hidrológicas

Los topotipos de ostión de mangle fueron extraídos de raíces y ramas de mangle en la zona intermareal, con características

hidrológicas de tipo estuarino-marino, a diferencia de los organismos de ostión de fondo, extraídos de sustratos de sedimento compacto de la zona submareal bentónica, de tipo ribereño estuarino. Los registros de temperatura y oxígeno disuelto en el hábitat de ambas especies no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en sus valores medios; no obstante, se registró un valor promedio mayor ($p < 0.05$) de la salinidad y el pH en el hábitat del ostión de mangle (tabla 2).

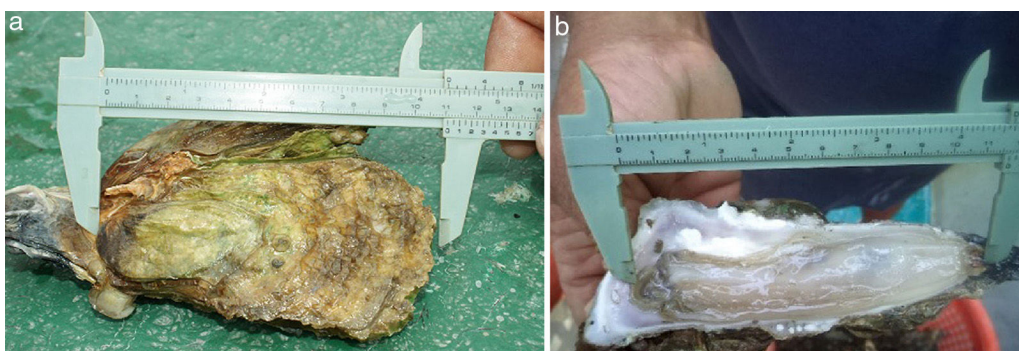


Figura 3. Ostión de fondo, *C. virginica*. a) Las valvas superior e inferior encajan eficazmente, considerándose equivalvas; b) apariencia interior de la concha de un ostión de fondo adulto, con el animal.

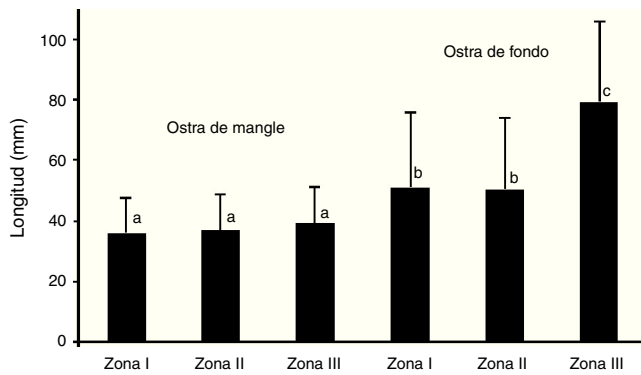


Figura 4. Longitud promedio de la concha de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* y la ostra de fondo *C. virginica* en las diferentes zonas de estudio (I, II y III). Las líneas verticales muestran la desviación estándar con respecto a la media. Letras diferentes indican medias significativamente diferentes.

Tabla 2
Características hidrológicas del hábitat del ostión de mangle y el ostión de fondo.

Características hidrológicas	Ostión de mangle <i>C. rhizophorae</i>	Ostión de fondo <i>C. virginica</i>
Temperatura (°C)	25.36-31.12	24.46-29.72
Salinidad (ups)	30.20-39.05	15.42-34.01
pH	7.85-8.24	7.45-8.10
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.81-6.55	4.18-6.91

Discusión

De conformidad con los caracteres fenotípicos utilizados para determinar las diferencias o similitudes entre el ostión de mangle y el ostión de fondo, el diagnóstico realizado mostró mayores dicotomías que similitudes. El ostión de fondo coincide con las características del ostión americano *C. virginica*, el cual se distingue particularmente por alcanzar una talla máxima promedio bastante mayor que *C. rhizophorae* (en nuestro estudio, un 65% mayor a las del ostión de mangle, tanto en promedio como en talla máxima). Esto es debido a que tiene la valva izquierda muy similar en tamaño a la derecha (equivalvas) y porque la huella de su músculo aductor es comparativamente más redondeada y manchada de color púrpuro intenso (Castillo-Rodríguez y García-Cubas, 1984; Galtsoff, 1964). En cambio, en *C. rhizophorae* las valvas son marcadamente onduladas; la huella del músculo aductor es alargada y manchada de púrpura claro, y el color interno de sus valvas tiene tonos grisáceos o parduzcos; no es completamente blanco, como se observa en el interior de las conchas de *C. virginica* (Castillo-Rodríguez y García-Cubas, 1984).

El hábitat de ambas especies de ostión, a partir de las características de los sitios según los bancos naturales de donde se extrajeron los ejemplares, mostró diferencias significativas. La zona intermareal y la zona submareal bentónica donde se distribuyen *C. rhizophorae* y *C. virginica*, respectivamente, mostraron diferencias en el tipo de sustrato y en las características fisicoquímicas del agua. Un factor diferencial importante fue la salinidad menor en las zonas de ostión de fondo, lo que es coincidente con otros estudios (Castillo-Rodríguez y García-Cubas, 1984;

Lodeiros y Freites, 2008) que sitúan esencialmente al ostión de fondo (*C. virginica*) en aguas salobres.

Las características de sus respectivos sustratos de fijación pueden apoyar la diferenciación entre *C. virginica* y *C. rhizophorae* debido a que la mayoría de los estudios sitúan al ostión de mangle como una especie típica de la zona intermareal, fijada mayoritariamente a las raíces y ramas del mangle rojo que quedan sumergidas en la pleamar. Sin embargo, también se ha reportado la presencia natural del ostión de mangle *C. rhizophorae* formando bancos de fondo en el lecho de lagunas y esteros del Caribe centroamericano, fijado a sustratos firmes formados por la acumulación natural de conchas, mezcladas con arena y fango (Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla, 2007; Díaz y Puyana, 1994). Como contraparte, *C. virginica* también ha sido reportada fija a raíces de mangle, en los caños tributarios del golfo de Paria, en Venezuela (Lodeiros y Freites, 2008; Lodeiros, Marín y Prieto, 1999).

Los resultados obtenidos en este trabajo, referente a las características fenotípicas y de hábitat del ostión de fondo en comparación con las del ostión de mangle, son coincidentes con los descritos en la literatura para ambas especies y ratificados en revisiones recientes del género (Amaral y Simone, 2014). Por tanto, se asume para ambas regiones de estudio la presencia de la especie *C. virginica*, denominada en Cuba «ostión de fondo» y se reporta su captura comercial.

La importancia productiva del ostión de fondo como recurso pesquero comercialmente explotado en Cuba se demuestra en el volumen de captura de los últimos años (2011-2014) según estadísticas pesqueras de las empresas extractivas (media anual de 205 t de ostión en su concha para el río Cauto y 33 t para las zonas del Cuyaguaje) y en el rendimiento promedio en carne (7.3%) determinado en este estudio. Este rendimiento es mayor que el promedio obtenido en *C. rhizophorae* (5.5%), de manera que *C. virginica* ofrece rangos más atractivos para comercialización, máxime si se considera que rendimientos menores del 4.9% no son económicamente rentables (Betanzos-Vega et al., 2014). Esta observación evidencia que el ostión de fondo (*C. virginica*) puede ser una especie emergente para la acuicultura en Cuba y en el Caribe insular.

Agradecimientos

El estudio fue parcialmente financiado a través de los proyectos SEP-Conacyt-CB 258282 y PROINNOVA-Conacyt 221894 y 230265. El resumen en inglés fue revisado por Ira Fogel, editor de idioma inglés en CIBNOR, México. Se agradece el soporte de personal técnico del CIBNOR: Delfino Barajas, Pablo Ormart, Hever Latisnere y Guillermo García. A los técnicos-especialistas Juan Manuel Morales y Rodaimy Pérez, de la Empresa Pesquera Industrial de Granma y EPICOL en Pinar del Río, por el apoyo logístico durante los muestreos realizados.

Referencias

- Álvarez-León, R. y Gutiérrez-Bonilla, F. (2007). Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y trasplantados en Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 31, 557–574.

- Amaral, V. S. y Simone, L. R. (2014). Revision of genus *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94, 811–836.
- Baisre, J. A. (2004). *La pesca marítima en Cuba*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- Betanzos-Vega, A. y Mazón-Suástegui, J. M. (2014). Hidrodinámica y producción de ostión de la laguna El Chevi, sur de Pinar del Río, Cuba. *Revista Cubana de Investigación Pesquera*, 31, 45–55.
- Betanzos-Vega, A., Rivero-Suárez, S. y Mazón-Suástegui, J. M. (2014). Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Gülding, 1828), en Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42, 1148–1158.
- Castillo-Rodríguez, Z. G. y García-Cubas, A. (1984). Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en las costas de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*, 13, 249–314.
- Díaz, J. M. y Puyana, M. (1994). *Moluscos del Caribe colombiano: un catálogo ilustrado*. Santafé de Bogotá: COLCIENCIAS-Fundación Natura-Invemar.
- Eastern Oyster Biological Review Team. (2007). *Status review of the eastern oyster* (*Crassostrea virginica*). Report to the National Marine Fisheries Service, Northeast Regional Office, February 16, 2007. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-88.
- Fernández-Milera, J. y Argüelles, L. M. (1978). Distribución y variaciones conquiológicas de *Crassostrea virginica*, Gmelin, en la bahía de Cienfuegos. *Memorias. II Seminario Nacional sobre Cultivos de Moluscos*. La Habana, septiembre de 1978.
- Frías, J. A. y Rodríguez, J. (1991). Oyster culture in Cuba: current state, techniques and industry organization. En G. F. Newkirk y B. A. Field (Eds.), *Oyster culture in the Caribbean. Proceeding of a Workshop*, 19-22 November 1990, at Kingston, Jamaica (pp. 51-74). Mollusc Culture Network, Halifax, Canada.
- Galtsoff, P. S. (1964). The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791). *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, 64, 21–82.
- Gofas, S. (2015). *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791). En Mollusca Base (2015). World Register of Marine Species [consultado 12 Abr 2015]. Disponible en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=140657>
- Gómez-Batista, M., Metian, M., Teysse, J. L., Alonso-Hernández, C. y Warnau, M. (2007). Bioaccumulation of dissolved arsenic in the oyster *Crassostrea virginica*: a radiotracer study. *Environmental Bioindicators*, 2, 237–244.
- Lodeiros, C. y Freites, L. (2008). Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte, (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. Puerto Montt, Chile, 20-24 de agosto de 2007 (pp. 135-150). FAO Actas de Pesca y Acuicultura. N.º 12. Roma, FAO.
- Lodeiros, C., Marín, B. y Prieto, A. (1999). *Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: clase Bivalvia*. Cumaná, Venezuela: Ediciones APUDONS.
- Márquez, E. G. (1992). Comparación de cariotipos entre las ostras *Crassostrea virginica* (Gmelin), *C. rhizophorae* (Gülding) y *Pinctada imbricata* (Röding). *Caribbean Journal Science*, 28, 51–55.
- Mikkelsen, P. M. y Bieler, R. (2008). *Seashells of Southern Florida. Living marine molluscs of the Florida Keys and adjacent regions: bivalves*. Princeton: University Press.
- Newball, S. y Carriker, M. (1983). Systematic relationship of the oysters *Crassostrea rhizophorae* and *C. virginica*. A comparative ultrastructural study of the valves. *American Malacological Bulletin*, 1, 35–42.
- Nikolic, M. y Bosh, A. (1975). *Hallazgo del ostión de Virginia-Crassostrea virginica y las posibilidades para su cultivo en Cuba*. La Habana: Contribuciones del Centro de Investigaciones Pesqueras.
- Nikolic, M. y Bosch, A. (1976). *Presencia del ostión de Virginia Crassostrea virginica (Gmelin) en aguas costeras de Cuba*. La Habana: Miscelánea Zoológica, Instituto de Zoología. ACC. N.º 33.
- Palmer, R. E. y Carriker, M. (1979). Effects of natural conditions on morphology of the shell of the oyster *Crassostrea virginica*. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, 69, 58–72.
- Ríos, E. C. (1994). *Seashells from Brazil*. Fundação Cidade do Rio Grande, Museu Oceanográfico, Rio Grande, Brasil.
- Zar, J. (1984). *Biostatistical analysis* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.