

## Calidad de la zona ostrícola del estero-laguna de Buey, Manzanillo, Cuba

### Quality oyster area in the estuary-lagoon Buey, Manzanillo, Cuba

Gustavo Arencibia-Carballo,<sup>1</sup> Abel Betanzos-Vega,<sup>1</sup> Juan M. Morales<sup>2</sup> y José M. Mazón-Suástegui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 No. 503 entre 5ta. Avenida y Mar, Santa Fe, Municipio Playa, CP 19100, La Habana, Cuba, E-mail: gustavo@cip.alinet.cu

<sup>2</sup>Empresa Pesquera Industrial de Granma. (EPIGRAN). Manzanillo, Granma, Cuba

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, CP 23096, La Paz, B.C.S., México

#### RESUMEN

Se evalúa la calidad fisicoquímica del estero-laguna de Buey, adyacente a la desembocadura del río Cauto, en Manzanillo, Cuba; así como la situación actual del ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*. En ese acuatorio se localizan cinco zonas principales con presencia de ostión, cuya extracción garantizaba más de 100 t anuales de ostión en su concha. Una disminución en la producción ostrícola, con captura en 2014-2015 inferior a 50 t anuales de ostión, motivaron este estudio, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de las aguas y sedimentos, y su efecto en el recurso ostión de mangle. Según valores de DQO, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto y nutrientes inorgánicos, se determinó un deterioro ambiental en tres de las cinco zonas muestreadas, indicando procesos temporales de eutrofización y circulación antiestuarina en meses de seca y alta evaporación. Las bajas concentraciones de oxígeno sumado a los registros relativamente altos de DQO, denotan una alta degradación de la materia orgánica. Ostiones fijados a colectores para engorde mostraron, siete meses después, entre 27 % y 100 % sin alcanzar la talla comercial ( $\geq 40$  mm). Dos zonas dentro del estero-laguna de Buey mostraron registros hidrológicos permisibles según requerimientos ambientales del ostión de mangle. La información resultante es importante para acciones de manejo de la zona costera y del recurso ostión.

*Palabras clave:* calidad, zona ostrícola, Manzanillo, Cuba.

#### ABSTRACT

The physicochemical quality of the Buey estuary-lagoon, adjacent to the mouth of the Cauto River in Manzanillo, Cuba is evaluated; as well as the current situation of mangrove cupped oyster *Crassostrea rhizophorae*. In that aquatory five main areas with presence of oyster are located, the extraction guaranteed more than 100 t of annual oysters on the half shell. A decrease in oyster production, with capture in 2014-2015 less than 50 t of oysters annually motivated this study, which aims to assess the physico-chemical quality of water and sediments and the situation mangrove oyster resource. According to values of COD, BOD<sub>5</sub>, dissolved oxygen, and inorganic nutrients, environmental degradation was determined in three of the five sampled areas, indicating temporary eutrophication processes, and anti-estuarine circulation in dry months and high evaporation. The low oxygen concentrations combined with the relatively high COD records, show high degradation of organic matter. Oysters fixed to collectors for fattening, seven months later, between 27 % and 100% without reaching commercial size ( $\geq 40$  mm). Two areas within the estuary-lagoon Buey hydrological records showed permissible according to environmental requirements mangrove oyster. The resulting information is important for management actions in the coastal zone and cupped oyster resource.

*Keywords:* quality, oyster zone, Manzanillo, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

La actividad ostrícola en la región de Manzanillo, Cuba, es ejecutada por la Empresa Pesquera Industrial de Granma (EPIGRAN). Según criterio de los pescadores que se dedican a la actividad ostrícola y personal técnico de EPIGRAN, el ostión del sistema laguna-estero Buey ha presentado problemas de crecimiento y abundancia desde el 2013; recolectando y entregando a proceso un volumen inferior al 50 % de los desembarques anuales que se obtenían en años anteriores.

Los esteros y lagunas de la región suroriental de Cuba muestran una tendencia a la limitación del intercambio con las aguas exteriores de la plataforma, debido al represamiento de los ríos y otras obras hidráulicas que desvían importantes volúmenes de agua dulce, sumado a la solvatación y formación de barras de sedimento en las bocas de intercambio (Tapanes, 1972; González & Aguilar, 1984; Baisre, 2004). Paralelamente, varios esteros y lagunas costeras de la región, reciben los efectos de la contaminación proveniente de vertimientos domésticos e industriales (Arencibia *et al.*, 1988; Montalvo & Perigó, 1999), de pesticidas y herbicidas, entre otros procedentes de la agricultura (González & Aguilar, 1984), con mayor incidencia en meses lluviosos; unido a las descargas de los efluentes camaroneros debido a la renovación de las aguas de los estanques de la camaronicultura adyacente a las lagunas del Cauto (Pérez *et al.*, 2003; Isla-Molleda *et al.*, 2016).

La mayoría de las lagunas costeras del sistema lagunar del Cauto presentan una alta productividad primaria, favorecida por la abundancia de nutrientes y el gran número de días soleados (Montalvo & Perigó, 1999), que unido a la estuarinidad tradicional y la vegetación costera de manglar, han propi-

ciado la abundancia de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828). El ostión de mangle *C. rhizophorae*, en el estero-laguna de Buey, habita de forma natural adherido a las ramas y raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), en la zona intermareal. En esta zona, además de la extracción del ostión silvestre de los bancos naturales, se colocan colectores confeccionados con gajos de mangle rojo y suspendidos a las ramas que sobresalen del manglar en las zonas litorales, con objetivo de colecta de "semilla", a partir de su fijación natural, y engorde en el mismo sustrato colector; método este de semicultivo artesanal muy utilizado en Cuba (Betanzos *et al.*, 2014).

Es objetivo de este estudio evaluar la calidad de las aguas y sedimentos de las áreas ostrícolas al interior del sistema laguna-estero Buey y analizar su efecto en el estado actual del recurso ostión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

La zona de estudio conocida como laguna-estero de Buey, se ubica en la zona costera al noreste del golfo de Guacanayabo (Fig. 1), en los 20° 28,133' N y 077° 05,155' W; a una distancia aproximada de 9 millas náuticas al norte del puerto pesquero de Manzanillo, provincia de Granma. El estero-laguna de Buey, está conectado al río Buey por el estero El Dulce y al sistema lacustre adyacente al río Cauto, el más caudaloso de Cuba. La zona está constituida por una laguna-estero principal y varios esteros y canalizos interiores (Fig. 1), en los cuales habita de forma natural el ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*).

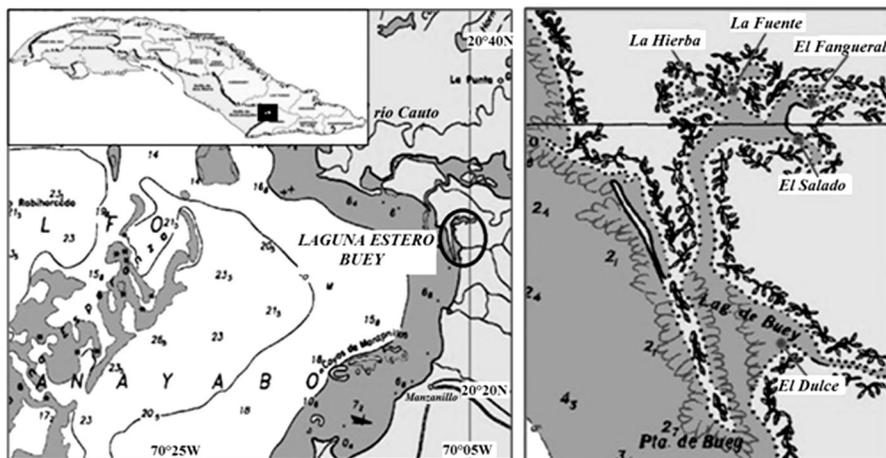


Fig. 1 Localización del área de estudio y zonas muestreadas.

Se realizaron muestreos de calidad de las aguas en la zona del estero de Buey, en junio, agosto, septiembre y noviembre de 2014 y marzo de 2015. Las áreas muestreadas se conocen como: El Dulce, La Hierba, El Salado, La Fuente y El Fangual (Fig. 1). Con una sonda multiparamétrica HANNA HI 9828, se registró la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ), la salinidad (UPS), el pH, el oxígeno disuelto (OD) en  $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$  y el valor (%) de saturación de oxígeno (VSO). Se tomaron muestras de agua superficial (30 cm), para análisis posterior (FAO, 1975; APHA, 1992) de demanda química de oxígeno (DQO) en  $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$  por el método de permanganato en medio alcalino para un contenido de cloruros mayor a  $200\text{ mgL}^{-1}$ , demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5^{20^{\circ}\text{C}}$ ) en  $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$ , nutrientes inorgánicos ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) y sólidos suspendidos (SS en  $\text{mgL}^{-1}$ ). Se calculó la relación oxígeno disuelto-demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{OD}/\text{DBO}_5$ ) y el grado de biodegradabilidad (GB) de la materia orgánica a partir de la razón  $\text{DBO}_5/\text{DQO}$ , expresada en porcentaje (Montalvo & Perigó, 1999). En junio y noviembre de 2014, se tomaron muestras de sedimento con una draga Petersen para análisis de carbono orgánico (CO %) y nitrógeno orgánico (NO %). Se determinó la transparencia relativa del agua (%), según porcentaje de visibilidad del disco Secchi respecto a la profundidad de la zona.

Se revisaron las estadísticas de captura de ostión y en noviembre de 2014 se incluyó un muestreo biométrico, determinando la longitud dorsal antero-posterior de la concha con un vernier de 0,05 mm de precisión, a ostiones fijados en colectores que se ubicaron para colecta de semilla silvestre entre marzo y abril de 2014, meses del período de desove principal (Nikolic & Soroa-Boffill, 1971). Se muestrearon entre 50 y 105 ostiones recolectados de forma aleatoria de tres colectores por cada sitio evaluado. Se realizaron comparaciones (ANOVA;  $p < 0,05$ ) entre zonas y correlaciones lineales simples (Pearson;  $p < 0,05$ ) entre variables, y se confeccionaron histogramas de frecuencia de talla (%) para conocer la distribución de ostiones según clases de largo por zonas y determinar el porcentaje de ostiones con talla comercial ( $\geq 40\text{ mm}$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según valores medios de los parámetros registrados (TABLA 1) y confrontados con las normas de calidad (NC-25, 1999; EQS, 2002), las zonas de El Dulce y La Hierba mostraron MALA calidad, El Salado una calidad DUDOSA o REGULAR, y las zonas de La Fuente y El Fangual, una calidad aceptable. La zona de La Hierba mostró la menor calidad, con máximos valores

de DQO,  $\text{DBO}_5$ , amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), y en el porcentaje de CO y NO en sedimento.

Un indicador de procesos de contaminación lo constituye la concentración de oxígeno disuelto, que en este tipo de lagunas costeras no siempre es la adecuada para garantizar su autodepuración, pudiendo generarse un déficit debido a los procesos de biodegradación (Montalvo & Perigó, 1999). La relación  $\text{OD}/\text{DBO}_5$  (TABLA 1) indicó una mayor calidad en El Fangual y La Fuente, por menor déficit de OD, sugiriendo menor contaminación de naturaleza orgánica al coincidir con mayor GB.

La  $\text{DBO}_5$  y DQO en El Dulce, La Hierba y El Salado fueron superiores a sus indicadores de referencia (NC-25, 1999; EQS, 2002). Ambas variables mostraron una correlación significativa ( $r^2 = 0,93$ ;  $p < 0,05$ ) entre ellas. Los valores de DQO en agua de mar mayores de  $3,00\text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$  y  $\text{DBO}_5$  superior a  $1\text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$  indican contaminación orgánica (Montalvo & Perigó, 1992 y 1999), por lo que los valores medios de  $\text{OD} < 5,0\text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$  en las zonas El Dulce, La Hierba y El Salado, pueden relacionarse con los procesos de degradación de la materia orgánica; esto se corroboró al relacionar el OD con el resto de las variables fisicoquímicas, resultando una relación estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), de tipo inversa, con la DBO ( $r^2 = -0,95$ ) y la DQO ( $r^2 = -0,92$ ). Coincidentemente, en estas mismas zonas se registró la menor transparencia (%) y los máximos de sólidos suspendidos (TABLA 1).

En muestreos de 2006 y 2007 (Betanzos *et al.*, 2008), la concentración media de OD fue de 7,06 y 6,71  $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$  respectivamente, con valores medios de DQO de 3,5 y 3,9  $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$ . Los valores de DQO en ambientes marinos superiores a  $3\text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$  y asociados a concentraciones elevadas de OD, se deben aparentemente a una elevada producción fitoplanctónica (Montalvo & Perigó, 1992). En ese mismo período, la salinidad media de la laguna fue inferior a 30 ups, lo que permitió caracterizar este cuerpo de agua como de tipo estuarino (Betanzos *et al.*, 2008). Ambas condiciones, estuarinidad y abundancia de fitoplancton, pudieron incidir en la mayor productividad ostrícola de la laguna de Buey en ese período, con captura de ostión de 80 t a 110 t de ostión en su concha, y 70 % de ostiones entregados a proceso industrial con talla comercial ( $\geq 40\text{ mm}$ ).

La salinidad mostró máximos en agosto de 2014 (media de 39,05) y en marzo de 2015 (39,95), superiores al promedio (36,74 ups) del mar costero adyacente (Pérez *et al.*, 2003). Esta situación genera flujos antiestuarinos por balance de sales, debido a la entrada de aguas marinas de plataforma con menor densidad para compensar las pérdidas de agua que se producen por evaporación (Betanzos & Mazón-

Suástegui, 2014). Aunque los valores de salinidad registrados (media de  $36,87 \pm 3,67$ ), se pueden considerar permisibles debido a las características eurihalinas de *C. rhizophorae* (Villarroel *et al.*, 2004), el incremento de la salinidad en laguna de Buey pue-

de retardar el crecimiento del ostión e impedir su fijación larval (Madrigal *et al.*, 1985). Excepto en El Dulce y El Fangueal, el resto de las zonas evaluadas mostraron valores de salinidad media superiores a 37 UPS (TABLA 1).

TABLA 1. Valores medios y desviación estándar ( $\pm$ ) de parámetros fisicoquímicos, en agua y sedimento, según zonas ostrícolas del sistema laguna-estero Buey (2014-2015). Valores estimados de relación OD/DBO (mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) y grado de biodegradabilidad (GB)

Variables	El Dulce	La Hierba	La Fuente	El Salado	El Fangueal	Media
Temperatura (°C)	27,74 ± 2,15	27,82 ± 1,72	27,88 ± 2,41	28,31 ± 1,64	28,02 ± 2,01	27,95 ± 1,01
Salinidad (UPS)	34,97 ± 1,95	38,01 ± 1,18	37,25 ± 1,60	38,33 ± 2,45	35,81 ± 2,15	36,87 ± 3,67
OD (mgO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	4,09 ± 0,95	3,98 ± 0,51	5,29 ± 0,57	4,12 ± 0,45	5,58 ± 0,33	4,60 ± 0,76
VSO (%)	74,8 ± 7,04	73,2 ± 8,15	79,4 ± 6,83	68,9 ± 7,95	83,6 ± 5,90	76,0 ± 5,67
DQO (mgO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	5,92 ± 1,44	6,52 ± 1,86	3,73 ± 1,04	4,95 ± 1,32	2,56 ± 0,84	4,74 ± 1,61
DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	1,33 ± 0,22	1,52 ± 0,30	0,98 ± 0,11	1,47 ± 0,12	0,80 ± 0,14	1,22 ± 0,32
pH	7,89 ± 0,08	8,01 ± 0,10	7,93 ± 0,06	8,14 ± 0,07	7,88 ± 0,04	7,97 ± 0,10
OD/DBO <sub>5</sub>	3,08 ± 1,07	2,62 ± 1,21	5,40 ± 0,51	2,80 ± 0,59	6,98 ± 0,35	4,17 ± 1,92
GB (%)	22,47 ± 3,01	23,31 ± 4,89	29,70 ± 2,55	26,27 ± 4,71	31,25 ± 2,46	24,7 ± 4,08
SS (mgL <sup>-1</sup> )	38,42 ± 9,21	49,17 ± 10,85	31,02 ± 7,08	47,08 ± 8,10	29,89 ± 6,12	33,72 ± 8,15
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μmolL <sup>-1</sup> )	7,81 ± 1,08	15,71 ± 9,41	2,49 ± 4,19	6,80 ± 3,41	2,81 ± 0,98	7,12 ± 4,03
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μmolL <sup>-1</sup> )	1,28 ± 0,42	2,42 ± 0,30	0,98 ± 0,21	1,95 ± 0,54	1,28 ± 0,56	1,64 ± 0,70
PO <sub>4</sub> (μmolL <sup>-1</sup> )	0,69 ± 0,19	1,02 ± 0,17	1,19 ± 0,06	0,85 ± 0,09	0,97 ± 0,12	0,80 ± 0,32
Transparencia (%)	50 ± 15	43 ± 18	65 ± 21	57 ± 10	72 ± 15	57 ± 17
CO (%)	1,61 ± 0,29	2,80 ± 0,31	1,46 ± 0,09	1,58 ± 0,18	1,52 ± 0,15	1,79 ± 0,16
NO (%)	1,05 ± 0,17	1,28 ± 0,12	0,92 ± 0,23	1,16 ± 0,20	0,78 ± 0,18	1,23 ± 0,15

Índices de referencia de Buena calidad (NC-25,1999; EQS, 2002):

AGUA: OD (> 5,00 mgL<sup>-1</sup>), V.S.O. (> 80 %), DQO (> 3,00 mgL<sup>-1</sup>), DBO<sub>5</sub> (> 1,00 mgL<sup>-1</sup>), SS > 100 mgL<sup>-1</sup>, (NH<sub>4</sub> ≤ 2,14 μmolL<sup>-1</sup>), NO<sub>2</sub> (≤ 3,57 μmolL<sup>-1</sup>), PO<sub>4</sub> (≤ 1,61 μmolL<sup>-1</sup>).

SEDIMENTO: CO (< 4 %), NO (< 0,3 %).

Las concentraciones medias de carbono orgánico (< 4 %) en el sedimento, aunque indican que se trata de sedimentos estabilizados (NC-25, 1999), muestran valores superiores a los registrados en la zona costera frente a la ciudad de Manzanillo y similares a los del sistema lagunar del Cauto (Concepción-Villanueva *et al.*, 2010). Las concentraciones de nitrógeno orgánico fueron muy superiores a 0,3 %, de MALA calidad según las especificaciones de la NC-25 (1999); indi-

cando sedimentos en activa descomposición, fundamentalmente por nitrógeno orgánico, con incremento de la demanda de oxígeno.

Los muestreos biométricos, siete a ocho meses postfijación de ostiones en colectores, mostraron diferencias significativas entre zonas ( $p < 0,05$ ), con mayor talla media ( $41,55 \pm 10,77$  mm) y 59 % de ostiones con talla comercial ( $\geq 40$  mm), en la zona El Fangueal (TABLA 2).

TABLA 2. Resumen de la biometría y porcentaje de ostión con talla comercial ( $\geq 40$  mm), según zonas ostrícolas de Buey. Noviembre de 2014

Biometría	El Dulce	La Hierba	La Fuente	El Salado	El Fangual
Talla media (mm)	21,10	33,13	36,40	35,25	41,55
Desviación estándar ( $\pm$ )	4,05	18,06	13,11	12,69	10,77
Talla máxima (mm)	30,8	62,2	61,7	60,7	67,4
Talla mínima (mm)	10,2	8,1	11	7,4	11,5
Ostiones (n)	54	85	105	88	102
% talla $\geq 40$ mm	0	27,2	37,3	34,8	58,7

Aunque los colectores para obtener semilla natural se colocaron en el mismo período (marzo-abril), la estructura de tallas (Fig. 2) siete meses después mostró diferencias zonales ( $p < 0,05$ ). El Fangual mostró más de un 50 % de ostiones con talla co-

mercial ( $\geq 40$  mm), seguido de La Fuente con 37,3 %; mientras que las otras zonas mostraron menos de un 30% de ostiones con talla comercial. Esto pudiera indicar problemas de crecimiento debido a factores exógenos.

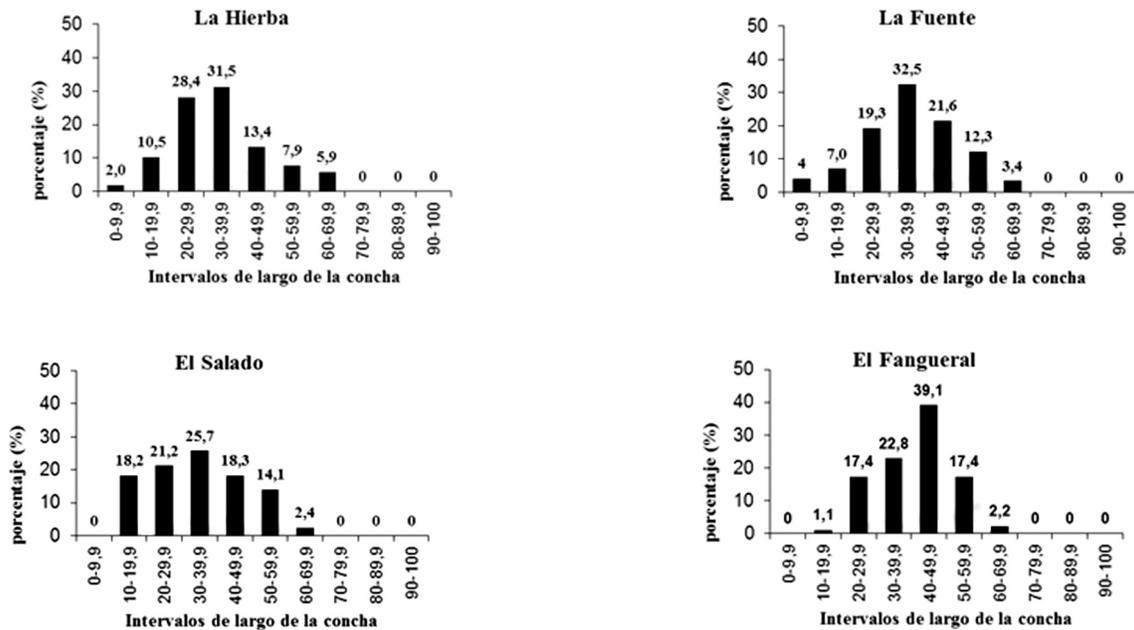


Fig. 2 Porcentaje de tallas (mm) de ostión según intervalos, en el estero-laguna de Buey, siete meses después de su fijación. Noviembre de 2014.

En sistemas lagunares similares, Betanzos & Mazón-Suástegui (2014), encontraron una fuerte relación ( $R^2 = 0,98$ ;  $p < 0,05$ ) entre las variaciones zonales de la talla media de ostión y de factores hidrológicos (temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y turbidez), con mayor peso en las variaciones de sa-

lidad. Esto refuerza el criterio de que la diversidad y distribución espacial de los moluscos asociados al manglar está relacionada con la variación de factores ambientales (Márquez & Jiménez, 2002). Sin embargo, aunque no se encontró relación significativa ( $p > 0,05$ ) entre la talla por zonas y las variables hi-

drológicas evaluadas en este estudio, la calidad de las aguas y sedimentos no fue aceptable en El Dulce y La Hierba, coincidiendo con las zonas de menor talla media (TABLA 2). Las diferencias entre los resultados actuales y los registrados en el período 2006-2007 (Betanzos *et al.*, 2008), indican un deterioro ambiental, probablemente relacionado con procesos temporales de eutrofización y contaminación orgánica, sin descartar la limitación en el intercambio de aguas entre la laguna y el mar adyacente.

La disminución de la captura y menor presencia de ostiones con talla comercial, también puede relacionarse a factores de manejo. La extracción de ostión se realiza tanto del semicultivo artesanal como directamente de los bancos naturales, incluyendo ostiones que no alcanzan la talla comercial e incluso juveniles, lo que puede incidir en el reclutamiento (Betanzos *et al.*, 2014). Se considera necesario generalizar la ostricultura en sitios con condiciones permisibles y garantizar un manejo adecuado del recurso, como única vía de incrementar la producción ostrícola (Mazon-Suásteguí *et al.*, 2011).

## CONCLUSIONES

1. Se evidenció un deterioro de la calidad ambiental en comparación con períodos anteriores, debido a contaminación orgánica, y diferencias ( $p < 0,05$ ) en la talla media de ostión por zonas. La mayor afectación en la calidad de las aguas se registró cerca del río Buey (El Dulce), siendo mejor la calidad ambiental y la talla media del ostión en las zonas La Fuente y El Fangual, más alejadas de la influencia del río Buey.
2. Desarrollar el cultivo artesanal de ostión en granjas de engorde alejadas del manglar, sobre todo en las zonas La Fuente y El Fangual, y garantizar una mejor atención al cultivo, con limpieza frecuente de los colectores para eliminar organismos competidores; todo lo cual puede ser una opción para incrementar la producción, dejando descansar los bancos naturales como reserva para el aporte de semillas naturales y contribución a la autodepuración de la laguna al ser importantes filtradores.

## REFERENCIAS

Arencibia-Carballo, G., Isaac, M. & González, H. (1988). Distribución de metales en sedimentos costeros del golfo de Guacanayabo. *Rev. Cub. Quím.*, IV (3), 39-45.

- APHA, WPCF, AWWA (1992). *Standard Methods for the examination of waters and wastewaters* (15<sup>th</sup> ed.). Washington. D.C. 856 pp.
- Baisre, J. A. (2004). *La pesca marítima en Cuba*. Ed. Científico-Técnica, La Habana, 372 pp.
- Betanzos, A., Arencibia-Carballo, G., Morales, J. M. & Sánchez, F. (2008). Evaluación de la calidad ambiental de la posa de los sábalos en cayos de Manzanillo y del estero de Buey. Informe de servicio científico-técnico, archivo CIP/EPIGRAN, 8 pp.
- Betanzos, A. & Mazón-Suásteguí, J. M. (2014). Hidrodinámica y producción de ostión de la laguna El Cheve, sur de Pinar del Río, Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 31 (1), 45-55.
- Betanzos, A., Rivero-Suárez, S. & Mazón-Suásteguí, J. M. (2014). Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible del ostión nativo *Crassostrea rhizophorae* (Gülding, 1828), en Cuba. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42 (5), 1148-1158.
- Concepción-Villanueva, J., Arencibia-Carballo, G., Carballo, O., Sánchez, F., Capetillo-Piñar, N., Hernández, T., Isla-Molleda, M. & Almeida, R. (2010). Estado ambiental de la zona costera Manzanillo-desembocadura del río Cauto. En <http://www.oceandocs.org>
- EQS (2002). Environmental Quality Standard for water pollution. Japan. Disponible en <http://www.env.go.jp/en/lar/regulation/wp.html>.
- FAO (1975). *Manual of Methods in Aquatic Environmental Research part 1. Methods for detection and monitoring of water pollution*. FAO fisheries technical paper. Rome, 137, 237 pp.
- González-Sansón, G. & Aguilar, C. (1984). Ecología de las lagunas costeras de la región suroriental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 5 (1), 127-171.
- Isla-Molleda, M., Arencibia, G. & Betanzos, A. (2016). Desarrollo del maricultivo en Cuba. Impactos y desafíos para lograr un manejo sostenible conservando los ecosistemas costeros. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2 (1), 7-26.
- Madrigal, E., Pacheco, O., Zamora, E., Quesada, R. & Alfaro, J. (1985). Tasa de filtración del ostión de manglar (*Crassostrea rhizophorae*, Gülding, 1828), a diferentes salinidades y temperatura. *Rev. Biol. Trop.*, 33, 77-79.
- Márquez, B. & Jiménez, M. (2002). Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 50, 1101-1112.
- Mazón-Suásteguí, J. M., Avilés-Quevedo, M. A. & Rivero-Suárez, S. (2011). Bases tecnológicas para el cultivo sostenible del ostión nativo *Crassostrea rhizophorae*, en el Ecosistema Sabana Camagüey, República de Cuba. Manual Técnico, Proyecto

- Piloto para el Cultivo de Ostión, GEF/PNUD, protección al ecosistema Sabana-Camagüey, 69 pp. Disponible en <http://www.oceandocs.org>
- Montalvo, J. F. & Perigó, E. (1992). Evaluación de factores hidroquímicos en la laguna costera Portillito, Pilón, Granma, Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 18, 136-139.
- Montalvo, J. F. & Perigó, E. (1999). Niveles de oxígeno disuelto y materia orgánica en lagunas costeras de las regiones central y oriental de Cuba. CITMA. ISCTN. Cátedra del Medio Ambiente. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental, O*, 126-129.
- Norma Cubana, NC - 25. (1999). Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrosfera. Especificaciones y procedimientos para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero, p. 12.
- Nikolic, M. & Soroa-Boffill, J. (1971). El ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828. Algunas observaciones sobre sus dimensiones, pesos y sexos: FAO, Fish, Roma, 220 pp.
- Pérez, I. E., Arencibia, G., Capetillo, N. & Isla-Molleda, M. (2003). Influencia del cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) sobre ecosistemas costeros. *Rev. Fopcana*, 2 (1-2), 11-20.
- Tápanes, J. J. (1972). Hidrología de ecosistemas limitados. Estuarios de cuña salina. *Geofis. Int.*, 12 (4), 313-338.
- Villarroel, E., Buitrago, E. & Lodeiros, C. (2004). 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. *Revista Científica*, 14 (1), 28-35.