

Hidrodinámica y producción de ostión de la laguna El Cheve, sur de Pinar del Río, Cuba

Hydrodynamics and oyster production of the lagoon El Cheve, south of Pinar del Río, Cuba

Abel Betanzos Vega¹ y José Manuel Mazón-Suástegui²

¹ Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 entre 5ta. Avenida y Mar, Reparto Barlovento, Municipio Playa, La Habana, Cuba, CP 19100, Teléfono: (537) 209-7852, E-mail: abetanzos@cip.telemar.cu

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23090, México, E-mail: jmazon04@cibnor.mx

RESUMEN

Se realizaron dos muestreos de cinco días cada uno, enero de 2011 y mayo de 2012, en la laguna El Cheve y estero Sábalo, con el objetivo de analizar la hidrodinámica y su efecto en la producción de ostión de mangle. Se seleccionaron seis puntos de muestreos según las características hidrográficas del sistema, registrando diferentes parámetros hidrológicos, en superficie y fondo, y mediciones de largo total de la concha a ostiones naturales (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828). Se calculó el balance hídrico y el tiempo de recambio de agua en el sistema según balance de flujos conservativos (agua y sal), y se analizó la variabilidad de la producción de ostión desde septiembre de 2010 a junio de 2012. Para el muestreo de enero de 2011, el sistema se clasificó como parcialmente mezclado con características semiestuarinas; en mayo de 2012 se clasificó como mezclado de tipo antiestuarino. Los procesos de solvatación y una limitación en la renovación de las aguas, por déficit en el aporte de aguas fluviales, sumado a un mal manejo del recurso ostión incidieron en la inestabilidad de la producción. El sistema presentó salinidades entre 34 y 43,9 ups y concentración de oxígeno de 0,1 a 6,2 mg L⁻¹; con mejores condiciones hidrológicas y de la talla de ostión en la laguna, y relación estadísticamente significativa entre la talla y las variables temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y turbidez ($R^2 = 0,98$; $p < 0,05$), según distribución horizontal.

Palabras clave: hidrodinámica, laguna El Cheve, ostión de mangle, Cuba.

ABSTRACT

They were carried out two samplings of five days each one, January 2011 and May 2012, in estuary Sábalo and lagoon El Cheve, with the objective of to analyze the hydrodynamics and their effect in the production of mangrove oyster. Six points of samplings were selected according to the hydrographic characteristic of the system, registering different hydrological parameters, in surface and bottom, and they were carried out measurements of total long of the shell to natural oysters (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828). It was calculated the hydrological balance and the time of renovation of water in the system according to water and salt budgets, and was analyzed the oyster production variability from September 2010 to June 2012. The system had semi-estuarine characteristics in January 2011, classified as partially mixed, and anti-estuarine in May 2012. Solvation processes and a limitation on renovation of the waters, due to supply deficit in river water, added to an oyster resource mishandling influence in the production instability. The system presented salinities from 34 to 43,9 ups and oxygen concentration from 0,1 to 6,2 mg L⁻¹; with hydrological better conditions and of the oyster size in the lagoon, and relationship statistically significant between the size and the hydrological variables ($R^2 = 0,98$; $p < 0,05$), according to horizontal distribution.

Keywords: hydrodynamics, lagoon El Cheve, mangrove oyster, Cuba.

INTRODUCCIÓN

En Cuba se observa una tendencia de las lagunas costeras a cerrar temporal o permanentemente su comunicación con el mar como resultado de los procesos de azolvamiento debido al represamiento de los ríos, a

eventos climáticos de tipo extremo, o por variaciones estacionales en el patrón hidrológico (De la Lanza-Espino *et al.*, 1994).

La laguna El Cheve es una laguna interior costera de características marinas e influencia estacional de aguas dulces, con escurrimientos intermitentes ($< 10 \text{ L s}^{-1}$), según precipitaciones, que representan aproximadamente

el 5 % de los flujos de agua que entran al sistema (Batista, 1989; ACC, 1989). En la laguna y parte del estero existen bancos naturales de ostión *Crassostrea rhizophorae*, los que son explotados comercialmente.

Después de varios años sin explotación comercial, la actividad extractiva de ostión de mangle en la laguna aportó unas 70 t en el 2007. Los años siguientes la captura anual varió entre 30 y 35 t, disminuyendo en el 2011 a menos de 12 t. Según el criterio de los ostioneros, la causa principal de este decrecimiento la atribuyen, teóricamente, a una limitación en el intercambio de aguas entre la laguna y el mar adyacente, debido a una barra de arena y sedimentos en la desembocadura.

El objetivo principal de este trabajo fue analizar la hidrodinámica de este cuerpo de agua y su posible efecto sobre la producción de ostión de mangle.

MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna El Cheve es conocida como Chevi o laguna del estero Sábalo, se localiza en el municipio Guane, provincia de Pinar del Río y cercano a su desembocadura se ubica la comunidad costera de playa Bailén (Fig. 1). Esta laguna se comunica con el mar adyacente a través del estero (Figs. 1 y 2) y mantiene un pobre intercambio de aguas en mareas vivas y meses lluviosos por una zona de mangles de inundación que colinda con la cuenca del río Cuyaguaje (ACC, 1989). La laguna presenta una forma alargada con área aproximada de 2,2 km² y profundidad media de 1,50 m. La marea es de tipo semidiurna irregular con amplitud media < 0,20 m (Rodríguez & Rodríguez, 1983).

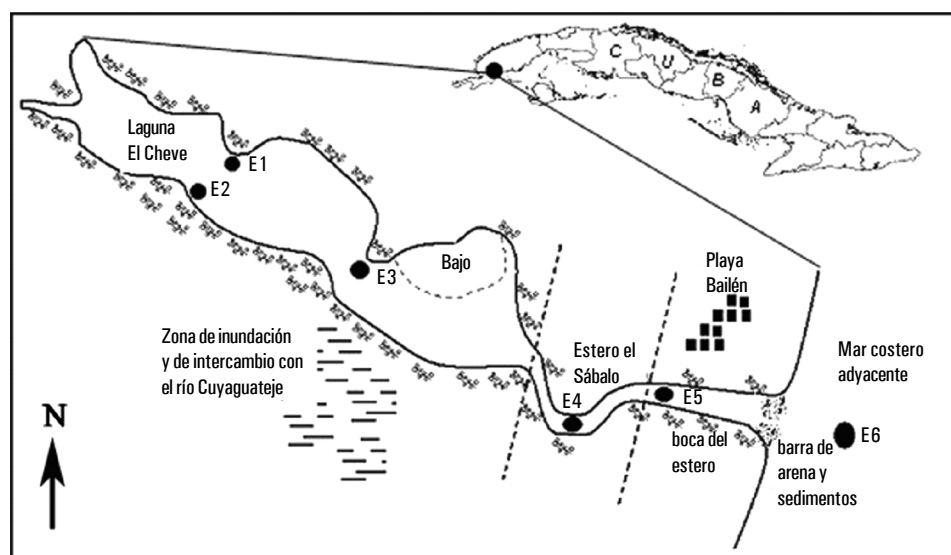


Fig. 1. Área de estudio y red de estaciones. Las líneas discontinuas señalan los límites entre la laguna, el estero y la desembocadura. La boca del estero se localiza en los 22° 7,244' N y 83° 58,395' W

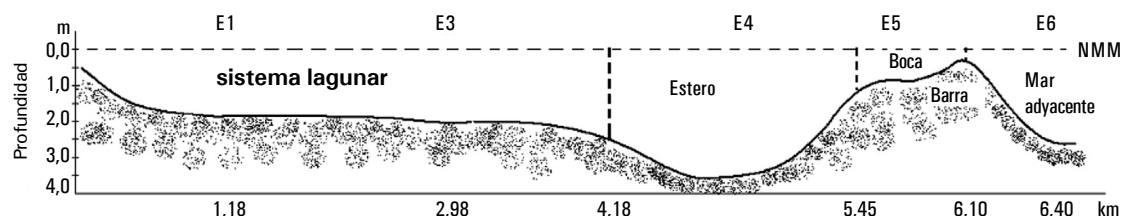


Fig. 2. Esquema simplificado de la extensión del sistema y la distribución según profundidad, a partir del nivel de marea máxima (NMM), y distancia entre estaciones; el perfil no incluye la estación 2 por ubicarse paralela a la estación 1

Se realizaron dos cruces de cinco días cada uno, en enero de 2011 y mayo de 2012, donde se determinó, temperatura del agua (°C), salinidad (ups), concentración de oxígeno disuelto (mg L⁻¹), valor de saturación de oxígeno (%) y pH, en superficie y fondo, con una sonda

multiparamétrica HANNA HI 9828, y la turbidez (FTU) con un turbidímetro HANNA HI 93703-11; se obtuvo además la profundidad (m), lectura del disco Secchi (m), transparencia relativa del agua (%), y color del agua (escala Forel-Uhle). Los puntos de muestreos se

seleccionaron según las características hidrográficas del sistema, tres estaciones en la laguna, dos en el estero y una en el mar adyacente (Figs. 1 y 2).

Para el estudio hidrodinámico se analizó la variación espacial de los parámetros hidrológicos y se estimó el balance hídrico (flujos conservativos) y tiempo de renovación de las aguas, a partir de procedimientos matemáticos (Kjerfve *et al.*, 1996; Gordon *et al.*, 1996) para cuerpos de aguas interiores, sistemas cerrados y semicerrados con pobre intercambio. Se confeccionaron esquemas de distribución horizontal y vertical de la salinidad por interpolación (isohalinas), al ser esta variable la que presenta una mayor incidencia en la densidad, definiendo la estuarinidad de este tipo de sistema según los aportes y distribución de las aguas dulces y saladas (Tápanes, 1972; De la Lanza-Espino *et al.*, 1994), cuya variación influye en el crecimiento y distribución del ostión de mangle (Márquez & Jiménez, 2002; Betanzos *et al.*, 2010).

Para estimar el balance de agua, se tuvo en cuenta el volumen almacenado y los flujos de agua que llegaron al sistema (V_{entra}), menos el agua que perdió el sistema (V_{sale}) por evaporación. Al comprobarse, en ambos muestreos, que el único aporte significativo de aguas dulces se produjo por precipitación se utilizó la fórmula (Gordon *et al.*, 1996):

$$V_R = V_{entra} - V_{sale} = -(V_P - V_E)$$

Donde:

V_R : flujo residual

V_P : precipitación directa sobre el sistema

V_E : pérdida de agua por evaporación

Los valores en milímetros de precipitación y evaporación se llevaron a m^3/mes ($m^3 m^{-1}$) y $m^3/día$ ($m^3 d^{-1}$).

El balance de sal se estimó a partir del flujo de mezclado V_X , donde S_R es la salinidad del flujo residual, que no es más que el promedio de las salinidades dentro y fuera del sistema; designándose la salinidad del sistema como S_1 y la del mar adyacente S_2 , utilizando una ecuación de conservación (Gordon *et al.*, 1996; Kjerfve *et al.*, 1996):

$$V_X = \frac{V_R S_R}{S_1 - S_2}$$

El tiempo de recambio (t) de agua en el sistema se calculó según criterios de Gordon *et al.* (1996) y Sheldon & Alber (2006):

$$\tau = \frac{V_{sistema}}{(V_R + |V_X|)}$$

Siendo $V_{sistema}$ el volumen de agua almacenado por el sistema laguna – estero.

Se utilizaron valores mensuales de precipitación (acumulado de lluvia, mm) y de evaporación (evotranspiración, mm), de la estación meteorológica de Isabel Rubio, la más cercana a la zona, con los que se estimó la variación media mensual del balance de agua (entrada y salida), del período 2010-2012.

Se realizaron muestreos de ostión, mediciones de largo total de la concha, desde la parte más saliente del umbo hasta el borde posterior de la valva, con un calibrador vernier (“pie de rey”) de $\pm 0,1$ mm de precisión, a ostiones recolectados en diferentes puntos de la laguna ($n = 250$ ind./mes de muestreo). Con los datos obtenidos se elaboraron histogramas de frecuencia (%) por clases de largo, para determinar el porcentaje de ostiones con longitud ≥ 40 mm, talla mínima legal (TML). De las estadísticas del establecimiento pesquero de Boca de Galafre, se obtuvieron datos, de septiembre de 2010 a junio de 2012, de captura mensual (t), masa obtenida (t) y rendimiento (%) a partir del peso de la masa en relación con el peso de la captura en concha, e índice de insumo según t de materia prima/t de producto terminado (GI-67, 2012), indicador de eficiencia industrial.

Para determinar la relación entre la talla de ostión y los parámetros hidrológicos estudiados, según distribución horizontal de los valores puntuales, se utilizó un análisis de regresión lineal múltiple con el programa STATGRAPHICS Centurión XV-II.

RESULTADOS

Según valores hidrológicos estudiados (TABLA 1), el muestreo de mayo de 2012 mostró una MALA calidad del agua (NC: 25, 1999), en relación con enero de 2011, sobre todo en el estero (estaciones 4 y 5). En ambos muestreos, el color del agua fue del verde (laguna) al amarillo-carmelita (estero).

Según el análisis espacial, la estación 3 presentó los menores registros de temperatura del agua en enero de 2011, en superficie y fondo (Fig. 3a), estación en que también se registró una disminución de la temperatura en el nivel de fondo, en mayo de 2012 (Fig. 3b). Referente al sistema, la salinidad mostró sus mínimos en la laguna (Fig. 3c y d) y los máximos en el estero (estaciones 4 y 5), puntos donde se registró una menor concentración y saturación de oxígeno disuelto (Fig. 3e y f), y altos valores de turbidez (Fig. 3g y h).

TABLA 1. Valores medios, entre los niveles de superficie y fondo, y desviación estándar de variables físico-químicas por meses y estaciones de muestreo. Se muestra la talla media de ostión (largo de la concha) según puntos muestreados

Variables	Enero de 2011			
	Est. 1	Est. 3	Est. 4	Est. 6
Hora	12:15	13:22	13:55	14:30
Profundidad (m)	1,80	2,00	4,00	2,50
Temperatura (°C)	25,7±0,0	25,5±0,0	25,7±0,0	25,9±0,1
Salinidad (ups)	34,0±0,1	34,5±0,1	35,9±0,8	36,8±0,0
Oxígeno disuelto (mg L ⁻¹)	6,2±0,0	5,6±0,3	2,9±1,3	5,8±0,1
Saturación de oxígeno (%)	85,9±0,1	80,3±14,4	54,3±8,8	93,8±1,0
pH	8,3±0,0	8,3±0,0	8,3±0,0	8,2±0,0
Lectura disco Secchi (m)	0,75	0,80	0,75	2,45
Transparencia (%)	39	40	39	70
Turbidez (FTU)	6,2±0,4	5,1±0,5	7,9±0,2	2,3±0,0
Talla de ostión (mm)	31,2±1,8	29,9±0,3	25,1±1,3	

Variables	Mayo de 2012					
	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6
Hora	13:15	13:35	14:00	14:35	15:15	16:05
Profundidad (m)	1,80	1,30	2,00	4,00	1,15	2,50
Temperatura (°C)	30,7±0,0	29,7±0,0	29,7±0,6	29,1±0,0	29,0±0,5	28,2±0,0
Salinidad (ups)	42,1±0,1	41,4±0,1	42,0±0,0	43,9±2,5	43,5±0,2	40,0±0,0
Oxígeno disuelto (mg L ⁻¹)	3,75±0,33	4,9±0,0	4,5±0,3	1,3±1,1	0,1±0,1	5,19±0,1
Saturación de oxígeno (%)	80,3±14,4	79,0±1,4	78,2±3,7	20,6±27	0,5±0,1	84,9±0,3
pH	7,9±0,0	8,1±0,1	8,1±0,0	8,2±0,3	8,4±0,1	8,2±0,0
Lectura disco Secchi (m)	0,75	1,25	0,80	1,00	0,40	2,25
Transparencia (%)	39	96	44	25	35	64
Turbidez (FTU)	7,7±1,3	1,0±0,1	10,8±0,5	9,5±3,9	21,2±0,5	2,8±0,0
Talla de ostión (mm)	33,3±1,1	44,1±0,5	27,2±0,6	20,8±0,9		

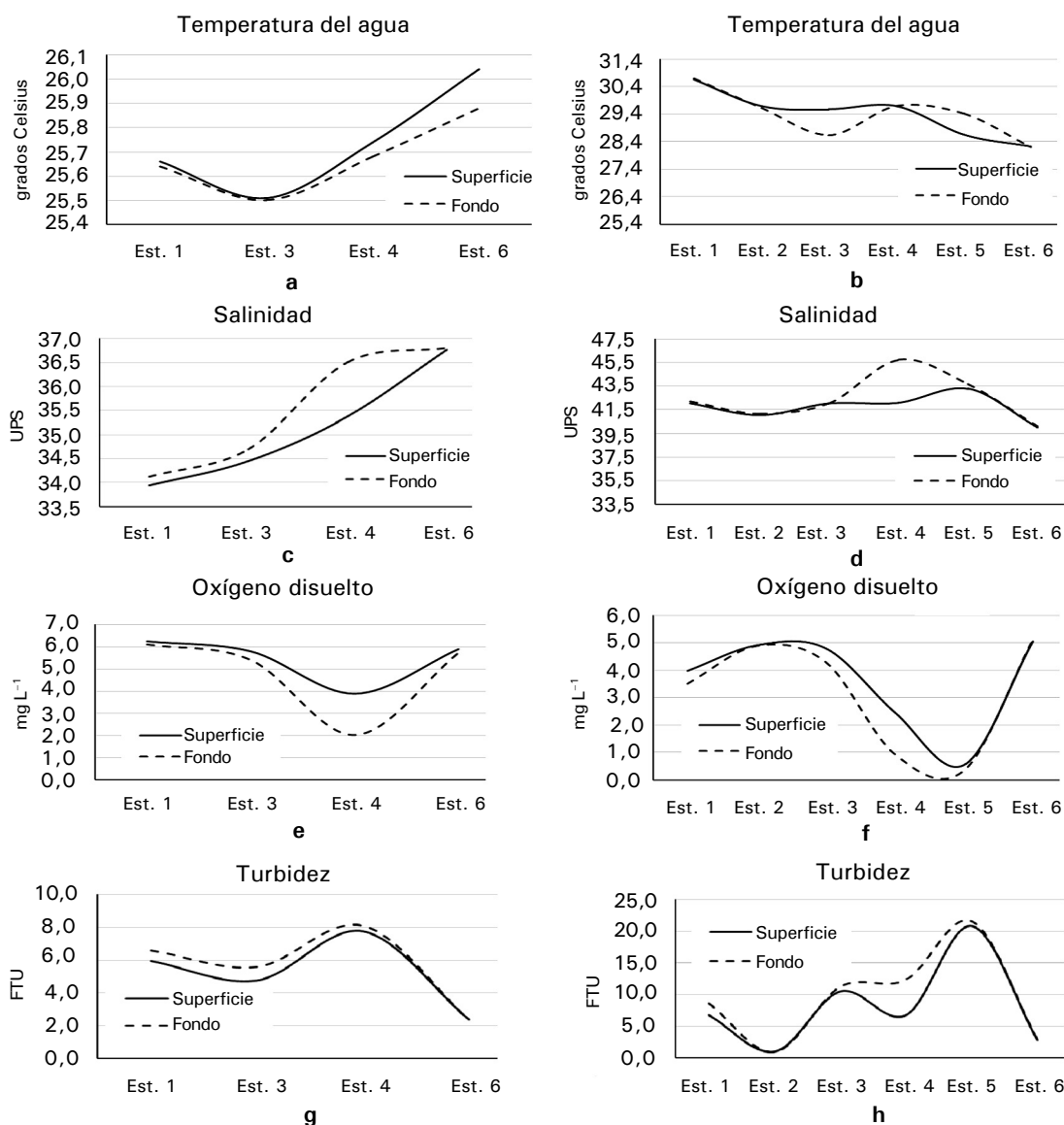


Fig. 3. Los gráficos de la izquierda (a, c, e y g) muestran la variación por estaciones de parámetros físico-químicos registrados en enero de 2011, y la parte derecha (b, d, f y h) los correspondientes a mayo de 2012

En el muestreo de enero de 2011, la distribución de las isohalinas indicaron un desplazamiento de aguas superficiales menos salinas desde la laguna hacia el estero y mar adyacente, definiéndose un frente hidrológico por cuña salina entre la laguna y el estero (Fig. 4a); el sistema se clasificó como parcialmente mezclado o moderadamente estratificado. En mayo de 2012 se presentó un panorama inverso, características más halinas en el sistema en relación con el mar costero adyacente y una mayor homogeneidad horizontal y vertical (Fig. 4b), clasificándose como homogéneo o mezclado. En ambos meses se observó mayor estratificación en la estación 4.

El área total del sistema laguna – estero se calculó en 2 170 m², con volumen medio de 2 690 m³. En enero de 2011 entró al sistema 43,62 m³ (media de 1,45 m³ d⁻¹) de aguas dulces por precipitación y salió por evaporación 195,3 m³ (media de 6,51 m³ d⁻¹), con diferencia de salinidad entre el sistema y el mar adyacente de -0,19 g m⁻³ ($S_1 < S_2$), y tiempo de recambio o renovación de las aguas estimado entre 27 y 30 días. Durante el muestreo de mayo de 2012, se manifestó una diferencia de salinidad entre el sistema y el mar adyacente de 0,25 g m⁻³ ($S_1 > S_2$); el tiempo de recambio de las aguas no pudo ser bien definido, entre 19 días (subestimado) y 335 días, teniendo y no teniendo en

cuenta V_R en el análisis, según criterios de Sheldon & Alber (2006), de que en estuarios negativos el término V_R no debe ser utilizado, empleando solo el flujo de mezclado (V_X). A pesar de que en mayo de 2012 entraron al sistema 266,26 m³ de agua dulce, debido a 122,7 mm de acumulado

de lluvia mensual (TABLA 2), los que precipitaron mayoritariamente en fecha posterior al muestreo (79,2 %), el volumen de salida por evaporación directa en ese mes fue de 507,78 m³, al ser mayo el mes de mayor evaporación en la región (Fig. 5a).

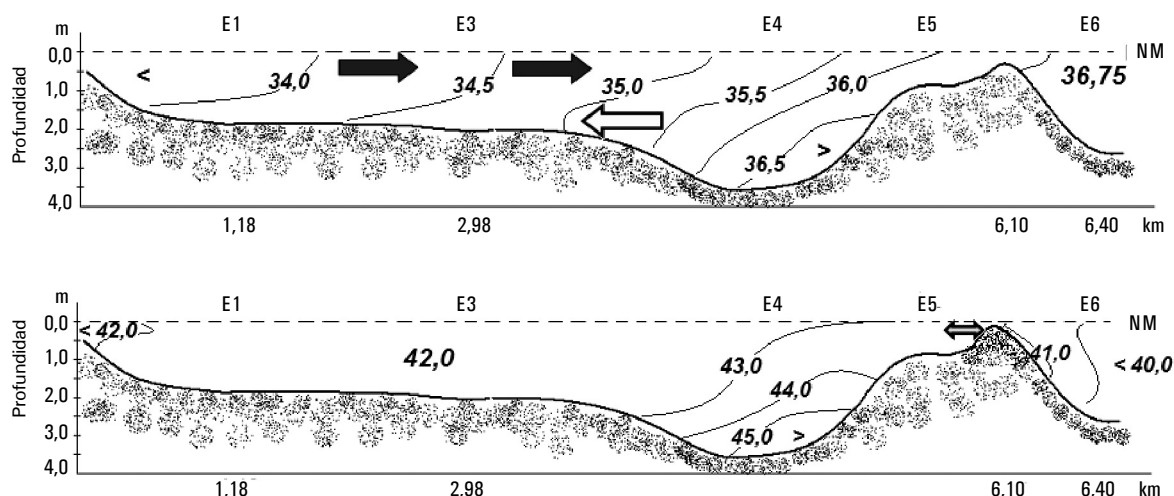


Fig. 4. El esquema superior (a) muestra la distribución de las isohalinas en enero de 2011, las saetas indican el sentido del desplazamiento de las aguas según niveles, se observó una mayor profundidad en la desembocadura (0,41 m en pleamar). El esquema inferior (b) muestra la distribución en mayo de 2012, con profundidad, en pleamar, de 0,19 m en la barra de sedimentos de la desembocadura

TABLA 2. Precipitación (P) y evaporación (E) mensual en milímetros, flujos de precipitación (V_{entra}) y evaporación (V_{sale}) directa al sistema en m³ d⁻¹, flujo residual de agua (V_R) y de mezclado (V_X) expresados en m³ d⁻¹ y balance de sal por flujo residual ($V_R S_R$) y mezclado [$V_X (S_2 - S_1)$], expresados en g m³ d⁻¹, entre el mar costero y el sistema

Mes de muestreo	P	E	V_{entra}	V_{sale}	V_R	V_X	$V_R S_R$	$V_X (S_2 - S_1)$
Enero de 2011	20,1	90	1,45	6,51	5,06	-92,96	18,11	-18,11
Mayo de 2012	122,7	234	8,87	16,93	8,05	130,50	33,27	-33,27

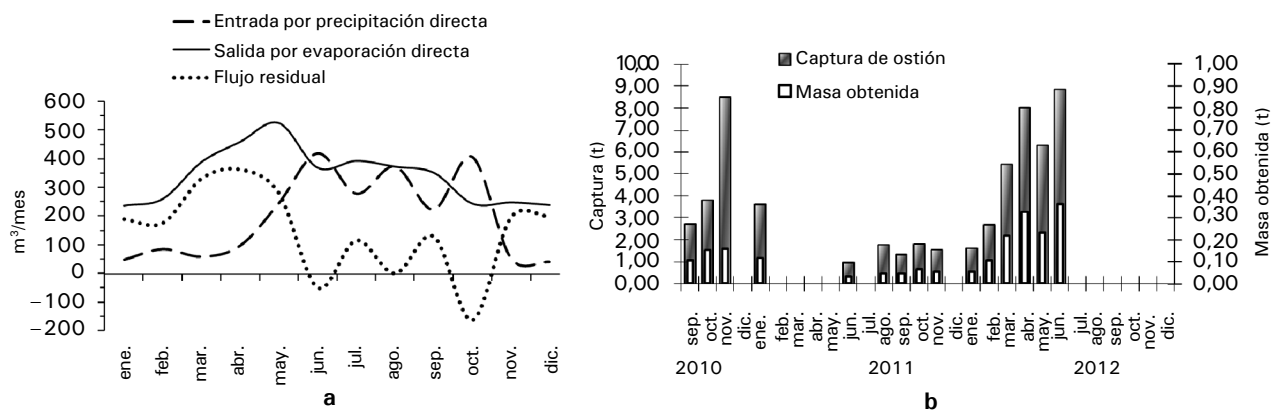


Fig. 5. Variabilidad mensual del volumen de agua dulce que entró (precipitación) y salió (evaporación) al sistema y flujo residual, media por meses del período 2010-2012 (a). Captura de ostión en concha (t) y masa obtenida (t) según meses (b)

En relación con la producción de ostión, las estadísticas mensuales mostraron un mayor peso de masa obtenida (0,217-0,363 t) de marzo a junio de 2012 (Fig. 5b); mientras que los mayores rendimientos (3,7-4,1 %) se distribuyeron entre febrero-marzo, abril y junio, y septiembre-octubre, meses que corresponden a períodos de máxima maduración y desove (Nikolíc & Alfonso, 1968). Para el período septiembre de 2010 – junio de 2012 se estimó un índice promedio de insumo de 28,9,

de baja eficiencia en relación con el indicador industrial (20,4); la mayor eficiencia (24,4) se obtuvo en abril y junio de 2012. En enero de 2011, la estructura de tallas indicó un mayor porcentaje (62 %) de ostiones entre 10 y 39,9 mm (Fig. 6a); solo el 11 % correspondió a ostiones de talla comercial (≥ 40 mm), la talla media fue de $29,4 \pm 1,2$ mm. En mayo de 2012 (Fig. 6b), hubo una mayor presencia de ostiones (53 %) con talla comercial (≥ 40 mm) y talla media de $38,6 \pm 0,9$ mm.

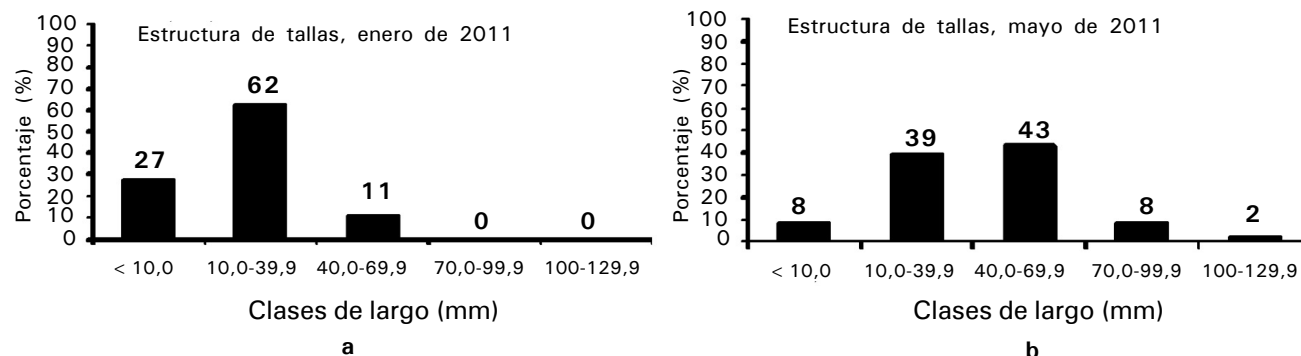


Fig. 6. Histogramas de frecuencia (%) de clases de largo con vista a estimar el porcentaje de ostiones con talla comercial (≥ 40 mm LT)

En ambos meses, la mayor talla promedio (TABLA 1) se registró en las estaciones 1 y 2 (interior de la laguna) disminuyendo hacia el estero. Al aplicar una regresión múltiple, entre la talla de ostión y los parámetros temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y turbidez, se obtuvo un valor-P (ANOVA) $< 0,05$, indicando una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0 % ($R^2 = 0,98$; $p = 0,0216$; $n = 7$).

DISCUSIÓN

Los máximos de salinidad y mayor estratificación en la estación 4 se justifican con la presencia, entre el estero y la desembocadura, de un obstáculo (barra de sedimentos) con disminución abrupta de la profundidad, de 4 m a menos de 0,50 m, y a un cierre casi total de la boca del estero, lo que limitó el intercambio y libre circulación de las aguas con el mar adyacente. Según Tápanes (1972), este fenómeno de "bloqueo" se caracteriza por la generación de zonas estancadas de alta densidad, sobre todo en el nivel de fondo adyacente al promontorio, y se forma por la acumulación de sólidos (azolvamiento) cercano a la desembocadura, que pueden dar origen a zonas con pobre contenido de oxígeno; tal y como se observó en las estaciones 4 y 5.

Aunque en ambos meses de muestreo el flujo residual (V_R) presentó signo positivo (TABLA 2), en enero de 2011

el volumen de mezcla (V_X) mostró signo negativo, menor salinidad en el sistema que en el mar adyacente; mientras que en mayo de 2012 el proceso fue inverso, con mayor salinidad de las aguas en el sistema. Los montos de sal que intercambió el sistema, estimados por los términos $V_R S_R$ y $V_X (S_2 - S_1)$ mostraron igual magnitud pero con signos opuestos (TABLA 2), lo que indicó que el sistema apenas intercambió sal con el mar costero adyacente (Kjerfve *et al.*, 1996; Montalvo & Loza, 2006). En términos generales, el sistema mostró el efecto combinado de la solvatación, déficit de precipitación y alta evaporación. Sin embargo, no debe descartarse el intercambio entre la laguna y la cuenca del río Cuyaguatzeje, ya sea superficial o subterráneo que posibiliten características semiestuarinas, sobre todo al sur de la laguna.

El balance hídrico estimado, según flujo residual promedio mensual del período 2010-2012 (Fig. 5a), indicó un predominio estacional de los flujos desde el mar adyacente hacia el sistema (antiestuarino), mecanismo que tiende a compensar las pérdidas de agua dulce por evaporación (Kjerfve *et al.*, 1996). Solo para junio y octubre (mayor tasa de precipitación) se estimó un flujo residual representativo de sistemas estuarinos.

En enero de 2011, con mejores condiciones hidrológicas respecto a mayo de 2012, se obtuvo un menor porcentaje (11 %) de ostiones con talla comercial, lo que se puede explicar en un mal manejo del recurso, ya que se pudo conocer que en los meses de septiembre a

noviembre de 2010 se incrementó el esfuerzo pesquero en aras de cumplir la cuota anual planificada, con capturas > 8 t en noviembre (Fig. 5b), lo que generó una disminución en la abundancia del recurso y limitó la actividad extractiva de ostión hasta junio de 2011. En el muestreo de mayo de 2012 se evaluó la calidad de las aguas de REGULAR a MALA (NC: 25, 1999) pero se obtuvo un mayor porcentaje de ostiones de talla comercial, en lo que incidió una abundante captura de ostiones de mayor tamaño (≥ 50 mm) encontrados, desde abril de 2012, en el lecho de la parte sur de la laguna; no recolectados en ningún momento anterior y que se continuaron capturando hasta junio de 2012, pero sin alcanzar una mayor eficiencia productiva, debido a menores rendimientos que el establecido por indicador (> 4,5 % de masa en relación con el ostión en concha).

Las condiciones hidrológicas encontradas en la laguna se consideraron permisibles para el crecimiento y distribución del ostión de mangle, debido a las características eurihalinas de la especie y su tolerancia temporal a salinidades de 40 ups (Madrigal *et al.*, 1985); no siendo así en el estero, donde los valores de oxígeno disuelto, salinidad y turbidez mostraron MALA calidad (NC: 25, 1999), situación agravada en mayo de 2012. Las características hidrográficas del sistema influyeron en la distribución espacial del recurso, lo que se verificó en la fuerte correlación ($R^2 = 0,98$; $p < 0,05$), obtenida entre la talla de ostión y las variables hidrológicas; coincidiendo con lo expresado por Márquez & Jiménez (2002), de que la diversidad y distribución espacial de los moluscos asociados al manglar está relacionada con la variación de ciertos factores ambientales, como la temperatura, turbidez, salinidad y pH.

CONCLUSIONES

Los procesos de solvatación con “bloqueo” a la libre circulación de las aguas, así como un pobre aporte de aguas de escorrentía, en ambos meses de muestreo, incidieron en la hidrodinámica del sistema laguna – estero limitando el intercambio y renovación de las aguas, presentándose características semiestuarinas en enero de 2011 y circulación antiestuarina en mayo de 2012.

En el período 2010-2012, predominó un déficit de precipitación directa en relación con la alta evaporación, lo que debió generar incrementos de salinidad en el sistema e influir en una menor renovación de las aguas por mayor incidencia de flujos antiestuarinos; considerando los meses de marzo, abril y mayo como de menor renovación.

Las características hidrodinámicas y un manejo inadecuado de la actividad ostrícola, además de la ausencia de cultivo, influyó en los rendimientos e inestabilidad de la producción de ostión entre 2010 y 2012.

La distribución horizontal de las variables hidrológicas y de la talla media de los ostiones indicó una mejor condición del sistema en la laguna que en el estero, con una fuerte correlación significativa ($R^2 = 0,98$; $p < 0,05$) entre la varianza de la talla de los ostiones y los parámetros hidrológicos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, implementar un sistema de cultivo artesanal en la parte sur de la laguna para obtención de semillas y engorde de ostión.

REFERENCIAS

- ACC (1989). *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Sección VI Clima. Editado por el Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba y el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía.
- Batista, J. L. (1989). Explotación de los recursos hídricos de Cuba basada en principios científico-geográficos de utilización y conservación de las aguas. Editorial Academia, 11 pp.
- Betanzos, A., Siam, C. & Arencibia, G. (2010). Variación de la salinidad y su relación con la distribución por talla del ostión de mangle, Villa Clara, Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 27 (1), 41-46.
- De la Lanza-Espino, G., Salaya, J. J. & Varsi, E. (1994). Manejo y aprovechamiento acuícola de lagunas costeras en América Latina y el Caribe. Trabajos presentados por Brasil, Colombia, Cuba, México y Venezuela en memorias del II Taller Regional sobre Lagunas Costeras, México, D.F., 9-12 de febrero 1993, organizado por Aquila II, el caso Cuba, 13 pp.
- GI-67 (2012). *Actualización de los indicadores de eficiencia industrial de las producciones pesqueras del Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria*. Dirección productiva pesquera, Grupo de Industria, MINAL, Cuba, 4 pp.
- Gordon, D. C. Jr., Boudreau, P. R., Mann, K. H., Ong, J. E., Silvert, W. L., Smith, S. V. *et al.* (1996). *LOICZ biogeochemical modeling guidelines*. LOICZ, Reports and Studies No. 5, 96 pp. LOICZ, Texel, Netherlands.
- Kjerfve, B., Schettini, C. A. F., Knoppers, B., Lessa, G. & Ferreira, H. O. (1996). Hydrology and salt balance in a large hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42, 701-725.
- Madrigal, E., Pacheco, O., Zamora, E., Quesada, R. & Alfaro, J. (1985). Tasa de filtración del ostión de manglar (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 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.
- Montalvo, J. F. & Loza, S. (2006). Flujos de materiales conservativos y no conservativos en la Bahía de Jigüey (Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba) y el océano. *Serie Oceanológica*, No. 2, 10 pp.
- Nikolic, M. & Alfonso, S. (1968). El Ostión del Mangle. *Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828. Experimentos iniciales en el cultivo. Separata CIP/INP-Cuba, 14 pp.
- 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*. Norma Cubana, 12 pp.
- Rodríguez, J. P. & Rodríguez, J. E. (1983). Las mareas en las costas cubanas. *Rep. Invest. Inst. Oceanol.* 6, 1-37.
- Sheldon, J. E. & Alber, M. (2006). The calculation of estuarine turnover times using freshwater fraction and tidal prism models: A critical evaluation. *Estuarine and Coasts*, 29, 133-146.
- Tápanes, J. J. (1972). Hidrología de ecosistemas limitados. Estuarios de cuña salina. *Geoffs. Int.*, 12 (4), 313-338.