

## Caracterización del agua y sedimento de las lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba. Parte I

### Water and sediment characterization of coastal lakes Tunas de Zaza, Cuba. Part I

María Aurora Pis Ramírez, Gilma Delgado Miranda y Servilio Alfonso Cherolde

Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 No 503 entre 5ta. Ave y Mar, Santa Fe, Municipio Playa, La Habana, Cuba, CP 19100, E-mail: mapis@cip.alinet.cu; gilma.delgado@geia.cu

#### RESUMEN

Las lagunas costeras constituyen un refugio para la fauna marina, siendo importantes áreas de desove y crianza de juveniles de peces y crustáceos de valor comercial; pero los impactos humanos pueden afectar la salud de la fauna que allí se desarrolla. Para conocer su posible contaminación se caracterizó el agua y los sedimentos superficiales del sistema lagunar de Tunas de Zaza, hábitat de juveniles de camarón *Litopenaeus schmitti* y peces. Se determinaron parámetros físico-químicos del agua y sedimentos de cinco lagunas costeras realizando cuatro muestreos en el período 2013-2014. Los resultados del agua mostraron valores de nitrito y amonio propios de ecosistemas de recirculación de agua restringida. El fósforo presentó valores promedio por debajo de lo reportado para estos ecosistemas y por debajo del establecido en la Norma Cubana de referencia para aguas de buena calidad para el cultivo de peces. El silicato presentó valores normales de ambientes marinos, los sólidos totales fueron bajos, la DQO presentó concentraciones superiores a 3 mg/L debido a los aportes orgánicos de lenta biodegradabilidad y la poca recirculación de agua, no considerándose indicativos de contaminación. El carbón orgánico correspondió a sedimentos estabilizados. En general los niveles de nutrientes obtenidos son propios de sistemas acuáticos de recirculación restringida y coinciden con lo reportado para otras zonas costeras cubanas y de otras regiones similares del mundo.

**Palabras clave:** lagunas costeras, contaminación zonas costeras, nutrientes en lagunas costeras.

#### ABSTRACT

The coastal lagoons are a haven for marine wildlife, be important spawning and rearing of juvenile fish and crustaceans of commercial value; but human impacts may affect the health of wildlife that takes place there. To know its possible contamination was characterized of surface water and sediments of the lagoon system Tunas de Zaza, habitat of juvenile fish and shrimp *Litopenaeus schmitti*. Physico-chemical parameters of the water and sediments of five lagoons were determined making four samples in the period 2013-2014. Water results showed values of nitrite and ammonium own restricted recirculation water ecosystems. Phosphorus presented average values below those reported for these ecosystems and under the provisions of the Cuban Standard for good quality water for fish cultivation. Silicate had normal values of marine environments, the total solids were low COD introduced concentrations above 3 mg/L due to organic inputs slow biodegradability and little water recirculation, not considered indicative of contamination. Organic carbon corresponded to stabilized sediment. In general, the levels of nutrients obtained are typical of restricted recirculation aquatic systems and coincide with what has been reported for other Cuban coastal zones and other similar regions of the world.

**Keywords:** coastal lagoons; coastal zone contamination; nutrients in coastal lagoons.

Recibido: 25/4/18

Revisado: 17/12/18

Aceptado: 18/12/18

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras de Tunas de Zaza son numerosas y de diferentes tamaños representando una extensión de 1 067,08 ha (10,67 km<sup>2</sup>), situadas en la costa meridional de la provincia de Sancti Spiritus. Ellas re-

presentan un refugio de fauna marina, especialmente camarón, especie que desarrolla sus estadios post-larvales y juveniles bentónicos en las lagunas, siendo por tanto una fase crítica en su desarrollo porque los individuos juveniles constituyen la población de ese año y su abundancia resulta indicativo de cómo serán los rendimientos de pesca de estos crustáceos tanto

en los cuerpos lagunares, como en alta mar (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2008).

La disminución de la captura en la región suroriental de Cuba del camarón blanco y rosado *Litopenaeus schmitti* y *Farfantepenaeus notialis*, respectivamente, determinó que el objetivo del presente trabajo fuera estudiar la variación en la concentración de nutrientes en diferentes lagunas costeras de Tunas de Zaza, con vistas a establecer desde este punto de vista las condiciones ambientales de referencia para un seguimiento futuro; comparándose con variables de referencia para lagunas de diferentes países, lo que permitirá llevar un seguimiento del estado de estos ecosistemas y su influencia en el desarrollo del camarón.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Se estudiaron cinco lagunas del sistema lagunar de Tunas de Zaza (Jayunal, Bravitas, Tin Tin, Bernabé y Laguna Grande) (Fig. 1), ejecutándose cuatro campañas de muestreo: dos en abril y septiembre de 2013 y dos en enero y marzo de 2014. Se realizaron determinaciones de amonio, nitrito, fósforo inorgánico, sólidos totales, silicatos y Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el agua y % de carbón orgánico (CO) en sedimentos, siguiendo los métodos descritos por FAO, 1975 y APHA, 1998.

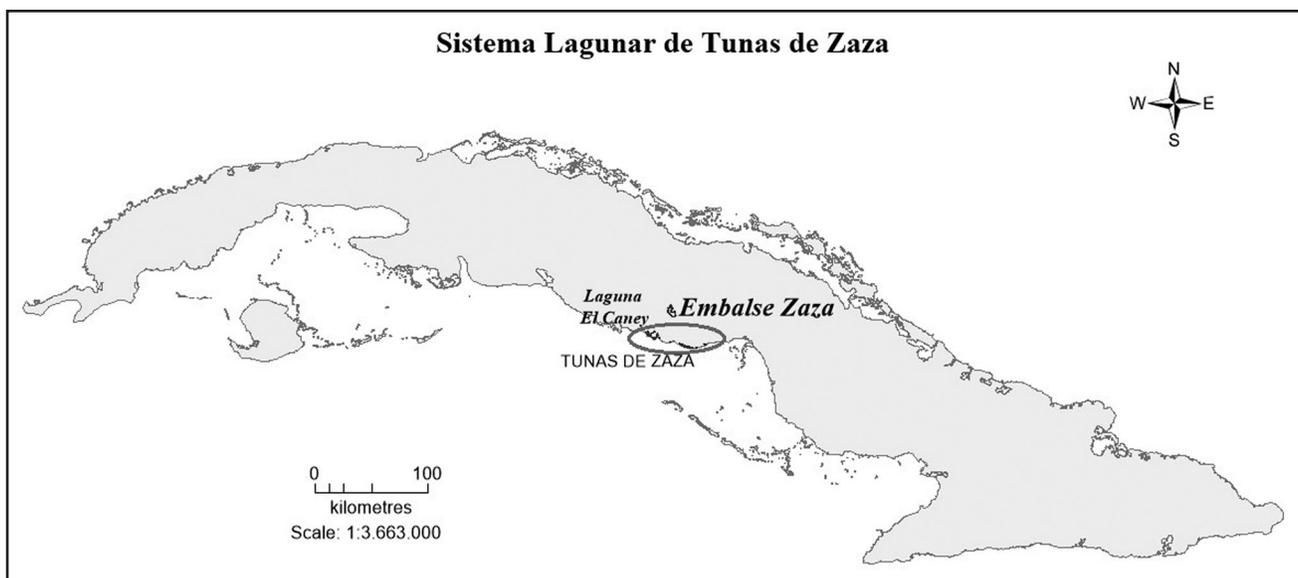


Fig. 1. Área de estudio. Mapa de Cuba. Ubicación del sistema lagunar de Tunas de Zaza.

A los resultados se les realizó una estadística descriptiva, utilizando el programa EXCEL 2003, STATISTICA 7 y un test de normalidad de los datos según el sistema estadístico Statgraphic Centurión XV.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron valores elevados de nitritos en el agua de las lagunas costeras analizadas (0-0,19 mg/L) (TABLA 1), superiores a lo reportado por PENUMA/PAC, (2014) (0-0,15 mg/L) en zonas costeras. En Ecuador la norma de agua acepta un límite para este nutriente de 1,0 mg-NO<sub>2</sub>/L (NCADE, 2012); sin embargo, en la literatura hay reportes de que valores por encima de 0,1 mg/L de nitritos en agua pueden resultar tóxicos a la vida acuática (López-Martínez *et al.*, 2010). Según lo establecido en la norma cubana NC-25: 1999 los valores encontrados estuvieron por encima de los aceptados para un agua de buena calidad para la vida acuática (0,05 mg/L) en casi todas las lagunas analizadas excepto la laguna Jayunal.

Los valores obtenidos de este nutriente en todas las lagunas estudiadas expresados en μMol/L se encontraron entre 1,06-12,97, los cuales resultaron superiores a los valores de referencia reportados en lagunas costeras de Yucatán de tipo estuarino (0,75 μMol/L). Es conocido que en ambientes marinos el nitrito es un producto intermedio entre el amonio y el nitrato, por lo que valores elevados de este podría significar tanto aportes a la laguna de aguas subterráneas, como de aguas residuales de origen agrícola y/o urbano tal, y como ocurre en la laguna Celestún (1,5 μMol/L) según lo planteado por Herrera-Silveira, J. (2006) y lo referido por López-Martínez *et al.* (2010) en zonas costeras.

En el caso de las lagunas de Tunas de Zaza estos altos valores de nitrito pudieran deberse a aportes de aguas residuales del poblado de Tunas de Zaza cercano a las mismas, además los efluentes de la camaronera CULTIZAZA y arrastres del río Zaza, ratificado por los altos valores encontrados de DQO del agua en casi todas las lagunas analizadas (TABLA 1).

Los niveles promedio de amonio se movieron en un rango entre 0,009 y 0,017 mg/L, estando dentro del límite establecido en la NC-25:1999 para aguas de una buena calidad (0,03 mg/L), sobrepasando estos valores solo en Laguna Grande. Estos valores resultaron similares a los valores más frecuentes encontrados en las costas cubanas según Perigó *et al.* (2003) (1,25 μMol/L y 1,54 μMol/L). El amonio es la forma del nitrógeno mejor asimilada por el fitoplancton, y que además indica la presencia de nitrógeno procedente de la descomposición de la materia orgánica y/o

excreción producida por organismos acuáticos, siendo común encontrar en aguas costeras niveles elevados de este nutriente como lo reportado en costas de Murcia por López-Martínez *et al.* (2010) (0,29 mg/L), superiores a los encontrados en esta investigación.

La FAO reporta niveles de este nutriente de 6,14 μg at/L en aguas de la laguna Tijuana del golfo de México, la cual ha sufrido la incidencia de varios ciclones; pero sin embargo, se ha demostrado que su agua no resulta desfavorable a la vida acuática (Sánchez, 1994).

En general puede plantearse que los valores tanto de nitrito como de amonio obtenidos en estas lagunas son propios de ecosistemas de recirculación de agua restringida como estuarios, lagunas costeras y bahías, donde el nitrógeno inorgánico lo aportan estos dos nutrientes en un 60-90 % (Montalvo & Perigó, 1992, 1999; Perigó *et al.*, 1992).

El fósforo inorgánico presentó valores promedios en las diferentes lagunas entre 0,0199-0,033 mg/L (0,064-1,08 μMol/L), por debajo de lo reportado como promedio por Perigó *et al.* (2003) en aguas de costas cubanas (0,17 mg/L), por debajo también de los valores reportados por Sánchez (1994) en lagunas costeras de México (1,42 μg at/L); similar al encontrado en aguas costeras de Murcia (0,06 mg/L), dentro del rango establecido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de las Aguas del Perú, (0,03-0,09 mg/L) (DS No. 002-2008 MINAM) y por debajo del límite máximo establecido en la normativa cubana vigente para aguas de buena calidad para el cultivo de peces (0,05 mg/L) NC-25: 1999.

El silicato, nutriente esencial para el crecimiento de algunas células del fitoplancton como las diatomeas y los sicoflagelados, es un nutriente escaso en ambientes marinos debido al alto consumo de este por radiolarios, sicoflagelados, esponjas silíceas y diatomeas, lo que explica los bajos valores obtenidos en el agua de las lagunas costeras estudiadas (0,007-0,037 mg/L). Estos valores resultaron similares a los reportados en aguas costeras de Murcia (0,02 mg/L) (López-Martínez *et al.*, 2010) e inferiores a las reportadas en laguna De Términos de Campeche en México (entre 1,49-30,6 μg-at/L) (Botello, 1977). En la plataforma cubana las concentraciones más usuales de silicatos se encuentran entre 2,00-3,25 μMol/L (Montalvo *et al.*, 2003), estando la concentración del nutriente en el agua de las lagunas estudiadas por debajo de este rango.

Los sólidos totales presentaron un rango entre 0,09-0,17 con un valor medio de 0,13 mg/L; similar a lo reportado por López Ortega *et al.* (2012) para laguna costera de Veracruz y por debajo de lo aceptado como límite máximo en los estándares del Perú (DS 002-2008 MINAM) para aguas costeras (50 mg/L).

TABLA 1. Promedio, máximo, mínimo y DS de los parámetros químicos del agua sedimento en lagunas costeras de Tunas de Zaza 2013-2014

Laguna/ nutriente	Estadí- grafo	Amonio (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Fósforo Inorg. (mg/L)	Silicato (mg/L)	DQO (mg/L)	CO** (%)
Bernabé	X ± DS	0,0183 ± 0,02 ( 1,3 ) *	0,055 ± 0,05 (3,9) *	0,032 ± 0,03 (1,02) *	0,013 ± 0,015 (0,46) *	4,34 ± 2,22	2,94 ± 0,25
	Max	0,0542	0,1306	0,088	0,0304	7,48	3,18
	Min	0,0003	0,0174	0,0041	0,0041	2,28	2,69
Lag Grande	X ± DS	0,0952 ± 0,14 ( 6,8 ) *	0,069 ± 0,027 ( 4,99 ) *	0,022 ± 0,02 (0,67) *	0,025 ± 0,003 ( 0,88 ) *	6,98 ± 4,1	2,38 ± 2
	Max	0,31	0,106	0,051	0,053	11,97	3,79
	Min	0,003	0,042	0,006	0,0058	2,38	0,09
Jayunal	X ± DS	0,0087 ± 0,006 (0,62) *	0,041 ± 0,03 (2,9) *	0,0199 ± 0,019 (0,64) *	0,007 ± 0,004 (0,25) *	7,33 ± 4,42	2,69 ± 0,7
	Max	0,0149	0,073	0,046	0,011	11,03	3,48
	Min	0,0016	0	0,002	0,004	1,58	2,1
Bravitas	X ± DS	0,017 ± 0,012 (1,25) *	0,098 ± 0,08 (7,04) *	0,029 ± 0,007 (0,94) *	0,037 ± 0,009 (1,35) *	7,81 ± 2,87	2,39 ± 1,3
	Max	0,031	0,19	0,047	0,079	18,74	3,19
	Min	0,005	0,034	0,007	0,009	4,14	0,06
Tin Tin	X ± DS	0,022 ± 0,018 (1,54) *	0,188 ± 0,07 (12,97) *	0,033 ± 0,006 (1,08) *	0,013 ± 0,01 (0,46) *	7,69 ± 2,4	2,91 ± 0,37
	Max	0,0407	0,181	0,041	0,021	10,06	3,17
	Min	0,005	0,063	0,03	0,005	5,28	2,64

\* μMol/L

\*\* sedimentos

En todas las lagunas los valores de DQO estuvieron por encima de 3 mg/L reportándose valores máximos de 11,97 mg/L en Laguna Grande; 11,03 mg/L en Jayunal; 18,74 mg/L en Las Bravitas; 10,06 mg/L en Tin Tin y 7,48 mg/L en Bernabé, lo cual resulta normal en este tipo de ambientes acuáticos, dada la diversidad en el aporte de materiales (vegetación, desechos urbanos, agricultura, etc.). En lagunas de otros países como Laguna del Ostión en México han

sido reportados valores de DQO de 50 mg/L y hasta 500 mg/L (De La Lanza, 1984). En aguas del golfo de Batabanó, Martínez *et al.* (2008) encontraron valores de este indicador entre 1,32-8,04 mg/L. Montalvo *et al.* (2013) encontraron en las aguas del archipiélago Sabana-Camagüey valores de DQO superiores a 3 mg/L; sin que se considerara este indicador de contaminación orgánica, ya que la circulación restringida de agua del ecosistema evaluado resulta usual encontrar

altos contenidos de materia orgánica de lenta biodegradabilidad cuya fuente de producción primaria es la aportada por la vegetación periférica, donde son comunes estos valores (Montalvo *et al.*, 1999; Perigó *et al.*, 1999; Montalvo *et al.*, 2000; Montalvo *et al.*, 2003). Altos valores de DQO fueron también reportados por Pérez *et al.* (2003) en el sistema lagunar del río Cauto en el golfo de Guacanayabo producto de residuales de la camaronicultura en la zona (6,1 mg/L máximo)

En los sedimentos el carbón orgánico (CO) alcanzó valores promedios por debajo de 4 %, que corresponde a sedimentos estabilizados, estos valores fueron similares a los encontrados en los sedimentos de aguas interiores del archipiélago Sabana-Camagüey reportados por Montalvo en 2013. Teniéndose en cuenta la poca recirculación de agua de estos sistemas lagunares donde en ocasiones el CO alcanza valores de hasta 17 %, los valores obtenidos pueden considerarse bajos.

## CONCLUSIONES

Se caracterizaron cinco importantes lagunas costeras de Tunas de Zaza en cuanto al contenido de nutrientes, determinándose que los niveles obtenidos de los mismos eran propios de sistemas acuáticos de recirculación restringida, coincidieron con lo reportado para zonas costeras cubanas y de otras regiones similares del mundo, no constituyendo un peligro para el normal desarrollo de la vida acuática característica de estas lagunas costeras.

## REFERENCIAS

APHA (1998). Standard methods for The examination of water and wastewater, 20<sup>th</sup> edition.

Botello, A. V. (1977). Variación de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias (mayo y noviembre de 1974) en la laguna De Términos, Campeche, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Tomado de: <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1978-1/articulo40.html>

Lanza, G. de la (1984). Calidad ambiental de la laguna de Mezcalitan, Nayarit, México durante estiaje. Nota Científica. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* [en línea] <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1986-2/articulo231.htm>

FAO (1975). Fisheries Technical Paper No. 137, Rome. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de las Aguas. Decreto Supremo DS 002-2008 MINAM.

*El Peruano Normas Legales Año XXV No 1031 377219*. Tomado de: [www.ana.gob.pe/media/664662/ds\\_002\\_2008\\_minam.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds_002_2008_minam.pdf)

Herrera-Silveira, J. (2006). Lagunas costeras de Yucatán (se, México): Investigación, diagnóstico y manejo. *ECOTROPICOS*, 19 (2), 94-108. Sociedad Venezolana de Ecología, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida.

López-Martínez, L., Paredes, A., Álvarez, N. & Gilabert, J. (2010). Análisis físico-químicos y biológicos en aguas costeras de la región de Murcia. Investigación EUITTC. III Jornada de Introducción a la Investigación de la UPCT.

López Ortega, M., Pulido Flores, G. A., Serrano Solís, J. C., Gaytan Oyarzun, M. S., Monks Sheets & López Jiménez, M. A. (2012). Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la laguna Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (3), 713-719 [en línea] [www.bioline.org.br/request?cg12081](http://www.bioline.org.br/request?cg12081)

Martínez, M., Montalvo, J. F., Miravet, M. E., Lugioyo, M., Loza, S., Pérez, R., García, I. A. *et al.* (2008). Calidad Ambiental de la zona Costera Norte del Golfo de Batabanó. *Serie Oceanológica. No. 4*, [en línea] <file:///F:/ENMA/PDF%20CONYMA%202006/Data/HTML/Pag...s/114T%20Calidad%20ambiental%20de%20la%20zona.htm>

Montalvo, J. F. & Perigó, E. (1992). Evaluación de factores hidriquímicos en la laguna costera Portillito, Pilón, Granma, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 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. En: V Taller de la Cátedra de Medio Ambiente. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares, pp. 126-129.

Montalvo, J. F., Perigó, E., Espinosa, J. & García, I. A. (2000). Prospección de variables hidroquímicas de calidad ambiental en la zona litoral entre el río Hatiguanico y Majana, costa suroccidental de Cuba. En: VI Taller de la Cátedra de Medio Ambiente. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares, pp. 130-135.

Montalvo, J. F., Perigó, E., Martínez, M. & Pérez, R. (2003). Concentraciones más frecuentes de los parámetros químicos de calidad ambiental en la plataforma cubana. En: VI Congreso de Ciencias del Mar. Marcuba 2003.

Montalvo, J. F., García, I. & Perigó, E. (2013). Composición química de los sedimentos asociados a los arrecifes coralinos del archipiélago Sabana-Camagüey. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*, 4, 321-330.

- Norma de Calidad Aguas y Descargas de Efluentes (NCADE) (2012). Norma de Ecuador [en línea] [www.elaw.org/node/3736](http://www.elaw.org/node/3736)
- Norma Cubana NC-25 (1999). Evaluación de objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones, CEN, Cuba.
- PENUMA/PAC (2014). Capacitación de capacitadores en el manejo de áreas marinas protegidas. La naturaleza y el ambiente costero.
- Pérez, I., Arencibia, G., Capetillo, N. & Isla, M. (2003). Influencia del cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) en los ecosistemas costeros. *Fopcana*, 2 (1-2), 11-20.
- Perigó, E., Suarez, G., Arencibia, G., Martín, A. & Romero, T. (1992). Panorama actual de la contaminación en zonas de la plataforma cubana. Resolución 1246, CIP/MIP.
- Perigó, E., Montalvo, J. F. & García, I. A. (1999). Impacto ambiental en ecosistemas litorales del sur de la provincia de Sancti Spíritus (Cuba). En: V Taller de la Cátedra de Medio Ambiente. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares, pp. 130-135.
- Perigó, E., Montalvo, J. F. & Pérez, D. M. (2003). Valores más frecuentes y extremos de los parámetros químicos de calidad ambiental en ecosistemas costeros y aguas de la plataforma marina cubana. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*, 4, 445.
- Sánchez, J. (1994). Manejo y aprovechamiento acuícola de lagunas costeras en América Latina y el Caribe.htm. El sistema lagunar TEACAPAN-AGUA BRAVA. DEPÓSITOS DE DOCUMENTOS DE LA FAO.
- Sosa, A. R. *et al.* (2013). Nutrientes inorgánicos y producción del fitoplancton en una laguna costera subtropical de México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 48 (1), 143-154.
- Wakida-Kusunoki, A. T., García-Solorio, L. & Vázquez-Benavides, N. G. (2008). Abundancia de juveniles de camarones peneidos comerciales en la zona norte de Laguna Madre, México. *Hidrobiológica*, 18 (1), 85-88.