



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS METALES TRAZAS
(CADMIO, COBRE, CROMO, ZINC, NIQUEL Y PLOMO)
EN LOS SEDIMENTOS DE DOS LAGUNAS COSTERAS
DEL ESTADO SUCRE, VENEZUELA**

María Valentina Fuentes H.

Departamento de Bioanálisis, Escuela de Ciencias, Núcleo de Sucre,
Universidad de Oriente, Cumaná, Estado Sucre, Venezuela.
mfuentes @ci.udo.edu.ve

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es proveer información sobre los efectos que las actividades humanas ejercen sobre dos ecosistemas lagunares del nororiente venezolano: La Laguna de Chacopata, localizada en un área rural, y la Laguna de Los Patos, emplazada en el casco urbano de la ciudad de Cumaná. Para ello se determinaron, en sus sedimentos superficiales, las concentraciones de los metales trazas Cd, Cu, Cr, Ni, Zn y Pb por espectrofotometría de absorción atómica. Se encontraron en la Laguna de Los Patos, promedios que superaron 10 (Cd), 6 (Cu), 10 (Ni), 3 (Zn) y 3 (Pb) veces los promedios de la Laguna de Chacopata; sin embargo, el Cr se presentó dos veces menor. Estos resultados indican alteración del ecosistema por Cd, Cu, Zn, y Pb en la primera laguna, sin embargo, solo por Pb en la Laguna de Chacopata. Dichos metales provienen de descargas municipales, actividades relacionadas con vehículos automotores y basura, las cuales constituyen una fuente contaminante grave, por lo tanto este estudio es una base para racionalizar y controlar la expansión urbana e industrial .

PALABRAS CLAVES

Metales pesados, laguna, sedimentos, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo urbano e industrial en las zonas costeras está incrementando el contenido de metales trazas en los sedimentos marino-costeros debido a las descargas residuales y cloacales, vertidas sin tratamiento previo. La situación se agrava en los períodos lluviosos, cuando las aguas arrastran metales de gases combustibles y aerosoles desde la atmósfera y aquellos presentes en el continente (Tommasini *et al.*, 2000; Williamson & Morrisey, 2000). Esta acumulación es favorecida en los sedimentos de las lagunas costeras debido a su topografía, condiciones de calma, abundancia de sedimentos finos y la gran cantidad de materia orgánica sedimentada. Estas mismas características proveen a las lagunas costeras condiciones ideales para que un gran número de larvas y juveniles de peces, crustáceos y moluscos crezcan para luego migrar al mar, y para ser usadas como áreas de refugio de fauna. De tal manera, la acumulación de metales tóxicos puede provocar daños a los organismos y por ende serios efectos en la salud humana. En este sentido, se consideró interesante comparar la presencia de Cd, Cu, Cr, Zn, Ni y Pb en los sedimentos de dos lagunas costeras del Estado Sucre, región nororiental de Venezuela, para estudiar y comparar las consecuencias de las acciones del hombre.

ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna de Chacopata, ubicada entre los 10° 39' 00'' y 10° 41' 00'' de Lat. N y 63° 47' 30'' y 63° 49' 50'' de Log. W, zona rural sin notables intervenciones antropogénicas. Dicha laguna posee una boca por donde se establece el intercambio de agua, no recibe aportes fluviales, solo escorrentías de quebradas que se forman en época lluviosa por su zona sur, bordeada de abundantes manglares, con densas praderas de *Thalassia* y macroalgas, de sedimentos areno-limosos y área de refugio de flamencos y aves limícolas (Fuentes, 1999). La Laguna de Los Patos localizada entre los 10° 25' 42'' y 10° 20' 13'' de Lat. N y 64° 11' 36'' y 64° 09' 10'' de Long. W, con una boca interrumpida frecuentemente, sedimentos limosos, abundantes manglares en los dos únicos

espejos de agua permanentes; juncos en pozas intermitentes, perturbada por una cerca que la bordea, avenidas, edificaciones y receptáculo de basura. Estos factores impiden el flujo libre de agua y de energía. En ella descarga un canal colector de aguas cloacales desde un sector de la ciudad de Cumaná y los residuos clandestinos de dos pequeños poblados (Ramírez, 1996, Fuentes, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se recogieron en siete (07) estaciones elegidas de tal manera que contemplasen los distintos ambientes sedimentarios de cada laguna. Los sedimentos superficiales se colectaron con una espátula plástica, se guardaron en bolsas plásticas y se refrigeraron a 7°C. Una vez en el laboratorio, las muestras se liofilizaron a -30°C durante 72 horas y se pulverizaron mecánicamente. La concentración de cada uno de los metales (Cd, Cu, Cr, Zn, Ni, Pb) se estimaron mediante espectrofotometría de absorción atómica, siguiendo la metodología de Carmody *et al.* (1983). 1g de sedimento se sometió a digestión con ácido nítrico concentrado hasta casi sequedad, luego se le adicionaron 2 mL de peróxido de hidrógeno, se filtraron y se completaron hasta alcanzar un volumen exacto de 25 mL. Las soluciones fueron analizadas usando las longitudes de onda características de cada elemento. De estos resultados se estimaron las concentraciones medias y sus respectivas desviaciones estándar.

RESULTADOS

Los medias obtenidas, desviaciones estándar y rangos de los metales Cd, Cu, Cr, Zn, Ni y Pb en $\mu\text{g.g}^{-1}$ en los sedimentos de ambas laguna, se muestran en el Cuadro 1, notándose los rangos más amplios y las concentraciones más elevadas de los metales Cd, Cu, Zn, Ni y Pb en los sedimentos de la laguna de Los Patos. Solo el Cr mostró concentración más baja, sin embargo las variaciones fueron similares en las dos lagunas. Las medias

resultaron ordenadas como sigue, $Cd < Cu < Ni < Pb < Cr < Zn$ (Laguna de Chacopata) y $Cd < Cr < Ni < Pb < Cu \ll Zn$ (Laguna de Los Patos). Este ordenamiento así como la Fig. 1 resaltan valores de Cd, Cu, Zn, Ni y Pb, en los sedimentos de la Laguna de Los Patos, que superan 10, 6, 10, 3 y 3 veces, respectivamente los de la Laguna de Chacopata. Asimismo, se destaca la muy alta concentración de Zn en la misma. Al comparar los resultados con los registrados por otros investigadores (Cuadro 1) se encontró sedimentos afectados por Pb en la Laguna de Chacopata, por Cu y Ni en la Laguna de Los Patos, y contaminados por Zn y Cd en esta última laguna.

Cuadro 1. Intervalo de concentración, media y desviación estándar en $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de Cd, Cu, Cr, Zn, Ni y Pb encontrados en los sedimentos de las lagunas estudiadas. Los valores obtenidos se comparan con los reportados en trabajos previos.

Lugar	Cd	Cu	Cr	Zn	Ni	Pb	referencia
Chacopata	0,00 - 0,48 (0,29±0,19)	1,81 - 7,91 (5,10±2,00)	8,58 - 28,58 (20,83±7,03)	7,81 - 44,43 (20,89±11,70)	1,90 - 13,39 (7,07±3,75)	6,40 -19,69 (10,43±4,39)	Este trabajo
Los Patos	0,21 - 6,92 (2,90±2,36)	12,66-100,84 (32,27±30,79)	4,88-18,28 (12,83±5,05)	66,99 - 345,25 (205,10±85,27)	13,66-38,05 (28,76±8,68)	11,02-96,9 (31,40±29,46)	Este trabajo
Sedimentos prístinos	1	10	20		10	5	Sadiq (1992)
Sedimentos prístinos		19 -37		17 - 59		3,2 - 7,8	Zhulidov <i>et al.</i> (1997)
Sedimentos Lacustres	2,3	39					Aström & Nylund (2000)
Marismas saladas					30	26 - 61	Izquierdo <i>et al.</i> (1997)
Chacopata	1,47 - 1,50 (1,49)	6,47 - 6,56 (6,51)				4,37 -4,75 (4,62)	Toledo <i>et al.</i> (2000)
Los Patos	1,50 - 1,69 (1,62)	7,30 -8,01 (7,84)				8,37 - 19,62 (13,71)	Toledo <i>et al.</i> (2000)

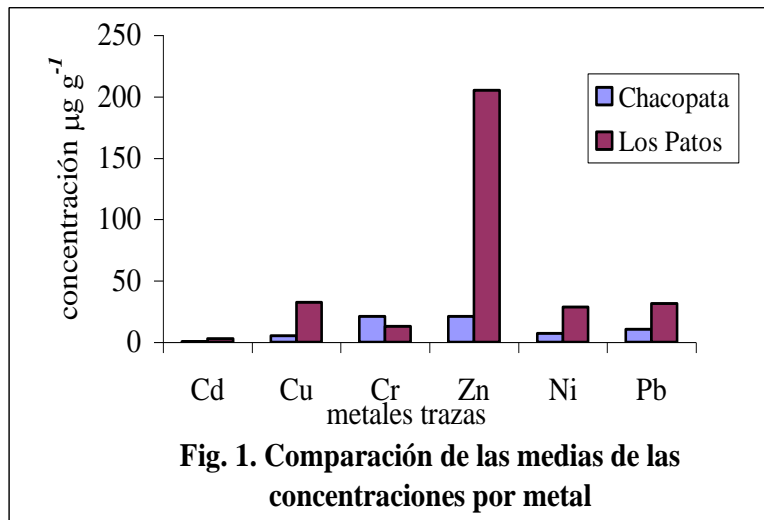


Fig. 1. Comparación de las medias de las concentraciones por metal

DISCUSIÓN

El cromo se caracteriza por mostrar un patrón meramente regional debido a regímenes de deposición y erosión (Fuentes, 1999). Indudablemente, al estar la Laguna de Los Patos ubicada en un área urbana es la más afectada por contaminantes convencionales y químicos, siendo el aporte más influyente de Zn, Pb, Cu y Cd los drenajes municipales sobre todo en las áreas anegadas, combustión de gasolina, tráfico automotor por áreas vecinas, corrosión de desperdicios metálicos, y otras actividades relacionadas con vehículos automotores como las de cambio de aceite que se desempeñan en una estación de servicio de gasolina aledaña, latas de lubricantes dejadas como desperdicios, plásticos y basura e incineración de basura, etc. Estos valores difieren de los reportados por Toledo *et al.* (2000) en las mismas lagunas.

Estudios recientes señalan que el contenido de contaminantes son más altos después de eventos lluviosos, particularmente señalan

altos niveles de plomo, cobre y zinc en escorrentías de carreteras y por actividades de reparación de embarcaciones. Factores similares afectan los sedimentos de Chacopata, ya que existe una ligera actividad automotora en carretera cercana y de botes que navegan eventualmente en ella. Williams *et al.* (1997) señalan, además, que los detritos de manglares pueden acumular cationes trazas por adsorción sobre superficies de Fe y Mn, lo que justificaría la acumulación de metales en áreas de abundantes manglares (Shear *et al.*, 1996). Cabe destacar que la Laguna de Chacopata posee un dinamismo hidrológico más acentuado por la influencia marina permanente, es más profunda y posee sedimentos arenolimosos, por lo tanto acumula menos cationes trazas que los sedimentos limosos de la Laguna de Los Patos, la cual es poco profunda y de comunicación interrumpida con el mar, favoreciéndose los procesos de colmatación sedimentaria y la acumulación de metales trazas (Fuentes, 1999, 2001). Las entradas antrópicas constituyen la principal fuente de contaminación transferida en el agua a diferentes componentes ambientales, por lo tanto este estudio representa una base para racionalizar las descargas urbanas e industriales.

ABSTRACT

The main objective of this study is to provide information about the effects of human activities on two coastal-lagoon ecosystems in northeastern Venezuela, namely, Laguna Chacopata, localized in a rural area, and Laguna Los Patos, located within Cumana city limits. Atomic absorption spectrophotometry was used to determine the concentration of the trace metals Cd, Cu, Cr, Ni, Zn and Pb on surface sediments. Average concentrations of metals were up 10 times higher in Laguna Los Patos than in Laguna Chacopata for Cd, Cu, Ni, Zn and Pb, in contrast with Cr that was two times lower than the average for Laguna Los Patos. Results indicate an alteration of Laguna Los Patos ecosystem caused by Cd, Cu, Zn and Pb, while only Pb affects the Laguna Chacopata ecosystem. The origin of the trace metals are from municipal discharges, activities related to motor vehicles and garbage, all of which constitute a major source contamination. In conclusion, this study offers a base case to rationalize urban and industrial expansion in pristine lagoon ecosystems.

KEYWORDS

Heavy metals, lagoon, sediments, Venezuela.

REFERENCIAS

Aström, M. & K. Nylund. 2000. Impact of historical metalworks on the concentration of major and trace elements in sediments: a case study in Finland. *Applied Geochemistry* 15:807-817.

Carmody, O., B. Pearce. & J. Yasso. 1973. Traces metals in sediments of New York Bight. *Mar. Poll. Bull.* 4:132-135.

Fuentes H, M. V. Metales trazas en los sedimentos superficiales de la Laguna de Chacopata, Estado Sucre, Venezuela. *Scientia* 14(1): 97-116.

_____2001. Estudio geoquímico de la Laguna de los Patos, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Ascenso, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Izquierdo, C., J. Usero & I. Gracia. 1997. Speciation of heavy metals in sediments from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Mar. Pollut. Bol.* 34(2):123-128.

Ramírez, V. P. 1997. Islotes Caribe y Los Lobos. Gobernación del Estado Nueva Esparta. 270 pp.

Sadiq, M. 1992. *Toxic metal Chemistry in marine environments*. Marcel Dekker, INC. New York, USA, 389 pp.

Shear, N., C. Schmidt, S. Huntley, D. Crawford & B. Finley. 1996. Evaluation of the factors relating combined sewer overflows with sediment contamination of the lower Passaic River. *Mar. Poll. Bull.* 32(3):288-304.

Tommasini, S., G. Davie & T. Elliot. 2000. Lead isotope composition of tree rings as biogeochemical tracers of heavy metal pollution: a reconnaissance study from Firenze, Italy. *Applied Geochem.* 15: 891-900.

Toledo, J., M. Lemus & K. Chung. 2000. Cobre, cadmio y plomo en el pez *Cyprinodon dearboni*, sedimentos y agua en dos laguna de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 48(1): 225-231.

Williams, T., J. Rees, A. Ferguson, R. Herd, K. Kairu. & C. Yobe. 1997. Metals, petroleum, hydrocarbons and organochlorines in inshore sediments and waters of Mombasa, Kenya. *Mar. Poll. Bull.* 34(7):570-577.

Williamson, R. & D. Morrissey. 2000. Stormwater contamination of urban estuaries. 1. Predicting the build up of heavy metals in sediments. *Estuaries* 23(1):46-66.

Zhulidov, A., J. Headley, R. Robarts, A. Nikarov, A. Ischenko & A. Champs. 1997. Concentrations of Cd, Pb, Zn and Cu in pristine wetlands of the Russian Artic. *Mar. Poll. Bull.* 35 (7-12):2.

Recibido julio del 2001, aceptado octubre del 2001.