

Metales Pesados en Sedimentos de la Zona Costera de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México

José L. González Bucio, Cristina Díaz López,
Wilberth Villegas Casares

Universidad de Quintana Roo
Av. Boulevard Bahía s/n Esq. I. Comonfort
Chetumal, Quintana Roo, México.
e-mail: buciojos@correo.uqroo.mx

Facultad de Química
Universidad de la Habana
San Lázaro y L. Vedado, 14400, La Habana, Cuba
e-mail: cema@rect.uh.cu

Facultad de Ingeniería Química
Universidad Autónoma de Yucatán
Av. Juárez N0. 421, Ciudad Industrial.
Mérida, Yucatán, México.

Resumen

La contaminación de la zona costera de la bahía de Chetumal fue caracterizada mediante el análisis de metales en sedimentos superficiales (2 a 5 cm) en 27 puntos de muestreo a lo largo de la línea de costa de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, realizando 2 muestreos, uno en temporada de secas en primavera y el otro en temporada de lluvias en el otoño durante 2001. Se determinó la concentración de 4 metales (Zn, Pb, Cd y Hg) en los sedimentos de la isobata de 500 m. Los metales en la temporada de secas presentan una ligera disminución en los puntos 13 al 16 comparados con los de temporada de lluvias, los niveles de Pb y Hg se mantienen altos y rebasan los valores normales de las normas oficiales Nacionales e Internacionales.

Palabras clave: Contaminación, Isobata.

1. Introducción

Los afluentes industriales o domésticos generalmente vierten más de una sustancia tóxica a los ecosistemas acuícolas. Los metales entran al océano mundial como resultado de procesos naturales y actividades humanas. Los sedimentos sirven como amortiguador

y pueden mantener la concentración de metales, en el agua y en la biota, por encima de los niveles naturales, por ello, pueden ser considerados como factores de atenuación para la toxicidad de metales en el ambiente [5].

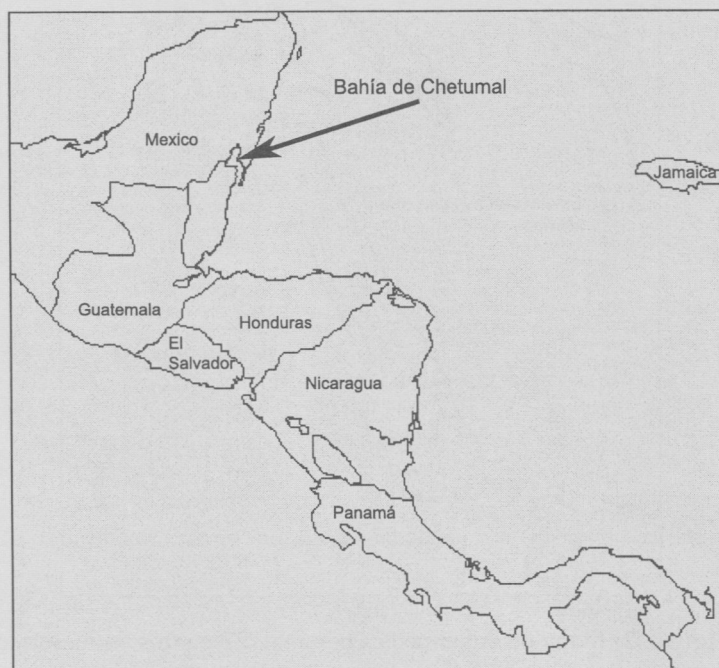


Figura 1: Mapa de la Península de Yucatán, México.

La Bahía de Chetumal (Fig. 1) es un cuerpo de agua semi-cerrado, que constituye el hábitat de diversas especies vegetales y animales, algunas de las cuales se encuentran en peligro de extinción, y posee, además, la mayor población de las siguientes especies: los manatíes (*Trichechus manatus*), lagartos (*Crocodrilus moreletti*) y nutrias del río (al parecer de la especie *Lutra longicaudis*) del Caribe Mexicano. Este ecosistema fue declarado como Zona Sujeta a Conservación Ecológica y Santuario del Manatí en 1996.

Las aguas adyacentes a la frontera entre Belice y Quintana Roo (México) reciben contaminantes de naturaleza química y biológica diversa, originados en las ciudades de Corozal y Chetumal y condados circunvecinos, en el país de Belice C.A., y la ribera del río Hondo en México, que es el límite fronterizo entre México y los países de Belice y Guatemala [7, 8]. Entre las vías que introducen contaminantes al ecosistema estuarino tenemos: las actividades humanas en Chetumal y zonas agrícolas adyacentes. Aquel también está sujeto a fuentes de contaminación como el transporte atmosférico de las aplicaciones de plaguicidas en los programas para erradicación de vectores, el uso de agroquímicos en los cultivos en las riberas de México y Belice con escurrimiento terrestre de aguas al río Hondo y las descargas de aguas residuales industriales y domésticas [10], los procesos de combustión de gasolina, leña y la producción de azúcar, la descarga de aguas residuales y pluviales, actividad de lanchas con motor fuera de borda y la lixiviación de rellenos sanitarios [4].

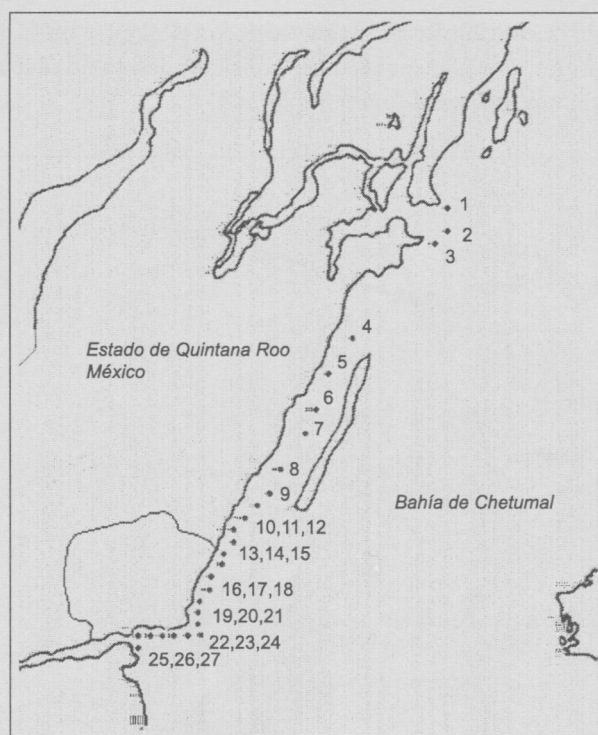


Figura 2: Mapa de la bahía de Chetumal, 27 puntos de muestreo.

Los metales pesados comprenden una categoría de contaminantes de gran interés para el estudio de las aguas costeras, debido a sus efectos tóxicos altamente reconocidos para los diferentes niveles de organización biológica, así como por las tasas de movilización antropogénica hacia el mar o estuario, que en algunos casos iguala o supera la movilización natural o litogénica [6].

En la zona costera de la bahía de Chetumal, las aguas residuales y la dispersión de contaminantes a 50 y 100m de la costa se encuentran en concentraciones elevadas, las cuales sobrepasan los niveles permisibles establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua de SEDUE¹ [12]. Asimismo la densidad de bacterias coliformes fecales ha sido registrada como superior a 200 NMP/100 ml que marca la legislación Mexicana para aguas de uso recreativo y contacto primario [9]. Las concentraciones de Ni, Cu,

¹ Norma oficial mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.

Metales	Límites Máximos permisibles
	Promedio Diario [$\mu\text{g/g}$]
Zn	6.00
Cd	0.50
Pb	1.00
Hg	0.01

Cd, Pb y Hg se han reportado como superiores en mamíferos marinos, por ejemplo en los manatíes, en cuyos huesos se hallaron 14 metales [11].

Primer muestreo en periodo de lluvias					Segundo muestreo en periodo de secas				
puntos	Zn*	Cd*	Pb*	Hg*	puntos	Zn	Cd	Pb	Hg
	[$\mu\text{g/g}$]	[$\mu\text{g/g}$]	[$\mu\text{g/g}$]	[$\mu\text{g/g}$]		[$\mu\text{g/g}$]	[$\mu\text{g/g}$]	[$\mu\text{g/g}$]	[$\mu\text{g/g}$]
1	<0.3	<0.2	0	0	1	<0.3	<0.2	0	0
2	<0.3	<0.2	0	0	2	<0.3	<0.2	0	0
3	<0.3	<0.2	0	0	3	<0.3	<0.2	0	0
4	0.49	<0.2	0	0	4	0.39	<0.2	0	0
5	0.33	<0.2	0	0	5	0.35	<0.2	0	0
6	<0.3	<0.2	0	0	6	<0.3	<0.2	0	0
7	0.54	<0.2	0	0	7	0.52	<0.2	0	0
8	0.30	<0.2	0	0	8	0.32	<0.2	0	0
9	0.31	<0.2	0	0	9	0.35	<0.2	0	0
10	0.46	<0.2	0	0	10	0.42	<0.2	0	0
11	0.52	<0.2	0	0	11	0.53	0.31	0	0
12	0.31	<0.2	0	0	12	0.31	0.23	0	0
13	<0.3	0.31	0	3.60	13	0.32	0.67	0	0
14	0.50	0.44	0	1.90	14	0.52	0.90	0	0
15	0.71	0.33	0	2.20	15	0.73	0.93	0	0
16	0.69	1.11	9.89	2.90	16	0.87	0.96	0.043	1.32
17	0.56	1.17	11.00	1.60	17	0.74	1.03	0.58	1.08
18	3.69	1.08	12.00	1.30	18	2.31	1.01	1.04	1.32
19	6.00	1.91	18.57	1.70	19	5.32	0.91	5.08	1.30
20	5.58	1.10	14.98	4.00	20	4.92	0.93	7.02	1.21
21	3.59	2.11	16.34	3.60	21	4.34	1.02	9.03	1.87
22	5.45	1.11	19.03	3.20	22	6.35	0.98	12.78	2.03
23	4.98	1.34	18.94	2.68	23	5.73	1.00	15.93	1.97
24	4.79	1.89	17.03	2.90	24	5.84	1.02	14.78	2.23
25	6.03	1.32	17.98	3.56	25	9.25	1.18	18.56	3.65
26	5.98	1.20	20.98	3.87	26	6.94	1.15	17.78	3.87
27	6.78	1.42	19.03	3.98	27	7.51	1.21	18.94	3.98

Cuadro 1: Resultados de metales analizados en temporada de lluvias y secas.

En la bahía de Chetumal, las descargas de aguas residuales se realizan por la red de drenaje que desemboca en la línea de costa de la ciudad y bahía. En el 2001, se determinó la concentración de Zn, Pb, Cd y Hg. El enfoque de esta investigación es de caracterizar la contaminación y distribución de los metales pesados en sedimentos superficiales de la zona costera de la bahía de Chetumal.

2. Material y método

En Febrero y Julio del 2001, se muestrearon 27 estaciones ubicadas (figura 2) a lo largo de la zona costera de la bahía de Chetumal, a una isobata de 500 m. El criterio de ubicación de la red de estaciones de muestreo se basó en la cercanía a las descargas de aguas residuales y afluentes. El recorrido se realizó con una lancha de motor fuera de borda propiedad de la Universidad de Quintana Roo. Se colectaron muestras de sedimento, se realizaron tres determinaciones a cada punto y tres réplicas a cada determinación en la temporada de lluvias en el primer muestreo, sin embargo no se realizó este procedimiento en el segundo muestreo de la temporada de seca, por lo que se puede considerar que el análisis fue hecho al azar. Los sedimentos se colectaron con una draga tipo Van-Veen cubierta de pintura epóxica, la profundidad a que se tomó el sedimento fue de 2 - 5 cm [3], se liofilizó y posteriormente se tamizó a la fracción seleccionada de 63 μm , la digestión de los sedimentos se realizó con HCl/HNO₃ [2], las muestras se almacenaron en frascos de polipropileno [13]. Para el análisis de metales, se pesaron 3 g de sedimento liofilizado y tamizado, seguidamente se realizó la digestión de cada muestra, el extracto digerido se aforó a 100 ml en un matraz volumétrico [2], posteriormente se determinó la concentración con un Espectrofotómetro de Absorción

Atómica (AA) de la marca Varian del modelo SpectrAA-220 equipado con generador de vapor (VGAAS), modelo VGA 77. Para Zn, Cd y Pb se utilizó una llama aire acetileno y para Hg se utilizó la generación de vapor.

3. Resultados y discusión

En la figura 3 se presentan los resultados de la investigación estacional en temporada de secas y temporada de lluvias, febrero y julio del 2001 respectivamente, de 27 estaciones de muestreo.

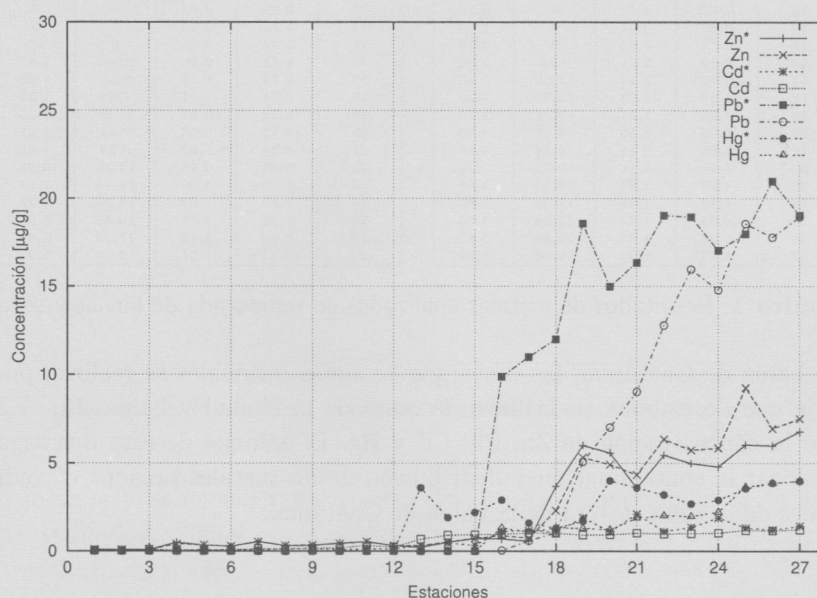


Figura 3: Comparación de los elementos metálicos en temporada de lluvias (*) y secas.

4. Conclusiones

Se observó que en las temporadas secas y de lluvias, en las estaciones 13 a la 27 se incrementaron gradualmente las concentraciones de cada elemento metálico. Particularmente, de la estación 16 a la 27 las concentraciones de Hg y Pb se mantienen fuera de los niveles normales en la temporada seca. En la temporada de lluvias el Pb se eleva a partir de la estación 13 y el Hg se eleva a partir de la estación 16. Con respecto al Cd, éste tiene valores significativos en las estaciones siguientes a la estación 12 y podemos observar que los elementos metálicos se mantienen con valores elevados a partir de la estación 13 (figuras 3, 4, 5, 6 y 7). El Zinc presentó un nivel más bajo con respecto a su concentración en la temporada de lluvias, contrariamente a los demás elementos metálicos. Lo anterior significa que la región limítrofe entre la bahía y la ciudad es la zona más afectada por el impacto antropogénico, debido a las descargas de aguas residuales

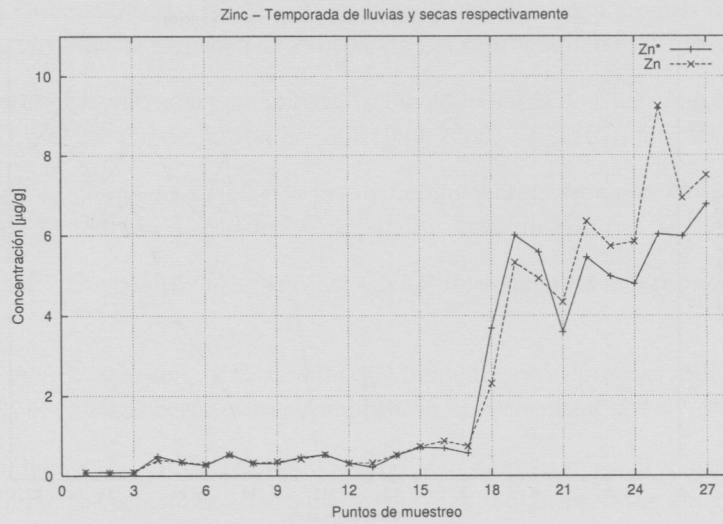


Figura 4: Comparación del elemento metálico Zn en las estaciones de muestreo en temporada de lluvias (*) y secas.

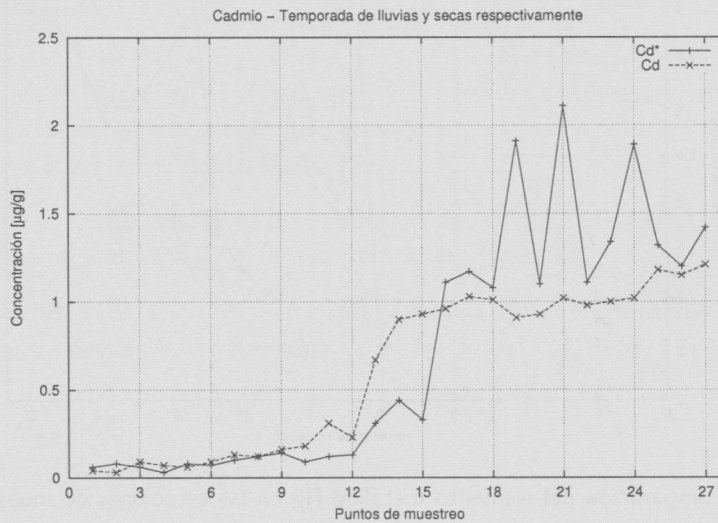


Figura 5: Comparación del elemento metálico Cd en las estaciones de muestreo en temporada de lluvias (*) y secas.

y por el arrastre de contaminantes agroquímicos que provienen de la zona cañera de la ribera del río Hondo (figura 1 y 2).

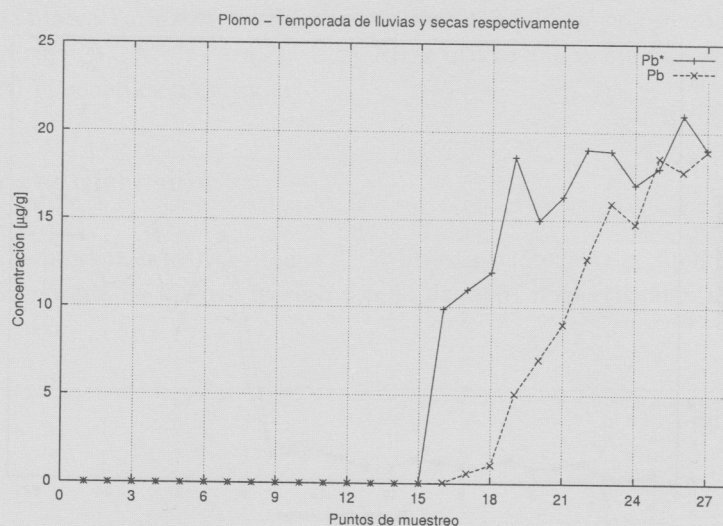


Figura 6: Comparación del elemento metálico Pb en las estaciones de muestreo en temporada de lluvias (*) y secas.

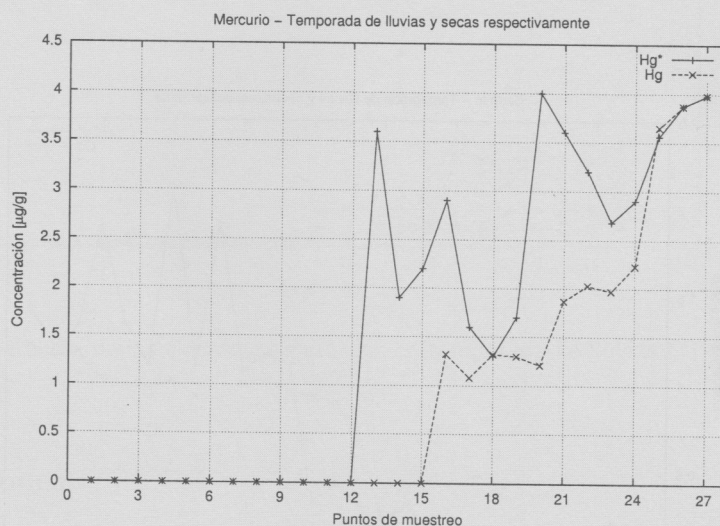


Figura 7: Comparación del elemento metálico Hg en las estaciones de muestreo en temporada de lluvias (*) y secas.

Referencias

- [1] Norma oficial mexicana NOM - CCA - 031 - ECOL/1993. www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/031ecol.pdf.
- [2] ISO 11466:1994. *Soil Quality - Extraction of trace metals soluble in aqua regia.*

- [3] Norma Cubana 93-01-111. Muestreo de sedimentos para el análisis de la contaminación. *Sistema de Normas de Protección del medio Ambiente*, 1987.
- [4] L. Alvarez. Estudio sobre la contaminación en la bahía de Chetumal realizados por CIQRO y el colegio de la frontera sur 1993-2000. *ECOSUR*, p 6, 2001.
- [5] F. Bolaños. *El impacto biológico problema ambiental contemporáneo*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, D.F, 1990.
- [6] GESAMP. The health of the oceans. *UNEP Regional seas report and studies*, (16), 1982.
- [7] V. Hodge, S. Johnson, y E. Goldberg. Influence of atmospherically transported aerosols on surface ocean water composition. *Geochemical J*, 12:7-20, 1973.
- [8] K. Nishikawa, E. Gutiérrez, W. Sañudo, G. Flores, y M. Stephenson. Marine pollution in the central Southern California bight adjacent to the american-mexican border zone. *Rev. int. Oceanogr. Med. Tomes*, 91-92:125-150, 1994.
- [9] M. Ortiz y J. Sáenz. Effects of organic material and distribution of fecal coliforms in Chetumal Bay, Quintana Roo, Mexico. *Environmental Monit. and Assess*, 55:423-434, 1999.
- [10] M. Ortiz y J. Sáez. Detergents and orthophosphates inputs from urban discharges to Chetumal bay, Quintana Roo, México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 59:486-490, 1997.
- [11] M. Rojas, M. Morales, M. Cusperena, y M. Rosiles. Concentration of metals in bone and blood of manatees (*Trichechus manatus manatus*) from Chetumal bay, Quintana Roo, Mexico. *ECOSUR*, 1997.
- [12] SEDUE. Criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89. *Diario Oficial de la Federación*, CDXXXV 9:7-22, diciembre, 1989.
- [13] J.Q. Word y A. Mearns. *60-meter survey control off southern California*. Southern California Coastal Water Research Project T.M.No.229, p. 58, 1979.