

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

FRACCIONES BIODISPONIBLES DE ARSÉNICO, PLOMO, CADMIO Y MERCURIO EN SEDIMENTOS DE CORRIENTES SUPERFICIALES SELECCIONADAS

Lic. María Teresa Hernández Peñalver,¹ Dra. Maricel García Melián,² Dra. Regla Cañas Pérez³ y Lic. Olivia Sardiñas Peña⁴

RESUMEN

Se realizó la determinación de las fracciones biodisponibles de arsénico, cadmio, plomo y mercurio en los sedimentos de 10 ríos seleccionados, los cuales abastecen a comunidades de más de 5 000 habitantes en Cuba. Se efectuó la extracción en la fracción compuesta por partículas menores de 63 μm , con ácido clorhídrico 0,5 mol/L. En los casos de arsénico y cadmio, todas las muestras presentaron niveles inferiores a los límites de cuantificación de los métodos de ensayo. Las medianas de las concentraciones de plomo y mercurio fueron en todos los ríos inferiores a 15 y 0,15 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Se calculó la razón concentración de metal total/concentración de metal biodisponible, en los casos en que se detectaron concentraciones cuantificables de plomo y mercurio biodisponible.

Descriptores DeCS: ARSENICO/análisis; PLOMO/análisis; CADMIO/análisis; MERCURIO/análisis; SEDIMENTOS GEOLOGICOS/análisis; ABASTECIMIENTO DE AGUA; RIOS.

Las concentraciones naturales de metales pesados están relacionadas con las actividades volcánicas y los procesos de erosión de los suelos.¹ Dentro de los contaminantes tóxicos prioritarios enumerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Registro Internacional de Sustancias Potencialmente Tóxicas (IRPTC),

se encuentran los metales, su interés se centra en el arsénico, cadmio, plomo y mercurio, a causa de sus posibles efectos carcinogénicos para los seres humanos.²

Los metales pesados son transportados preferencialmente sobre el material particulado. Cuando éste está depositado, constituye un reservorio que es en poten-

¹ Licenciada en Química. Investigadora Agregada.

² Doctora en Ciencias Químicas. Investigadora Titular. Jefa del Departamento de Docencia e Investigaciones.

³ Doctora en Ciencias Médicas. Investigadora Titular. Vicedirectora de Salud Ambiental.

⁴ Master en Salud Ambiental. Investigadora Agregada.

cia contaminante para la biota a través del contacto directo o por la liberación de contaminantes al cuerpo de agua.

El hecho de que estos metales tóxicos se encuentren por lo general en los sedimentos, hace que el análisis de la fracción fácilmente movilizable o biodisponible de este medio pueda utilizarse como indicador para detectar la contaminación ambiental, originada por la actividad humana.

El presente trabajo tiene como objetivo estimar los niveles biodisponibles de arsénico, plomo, mercurio y cadmio en sedimentos superficiales de ríos que abastecen a comunidades de más de 5 000 habitantes en Cuba.

MÉTODOS

Se seleccionaron con un criterio opinático 10 ríos que abastecen las poblaciones de 11 localidades de más de 5 000 habitantes del país. En el caso de un río de la provincia Santiago de Cuba se muestreó la zona de captación de 2 localidades (se refieren en el texto como ríos 5 y 5a).

En cada río fueron ubicadas 5 estaciones fijas, y se realizaron 2 muestreos en un período de 9 meses, en las temporadas de lluvia y seca. Los sedimentos superficiales fueron colectados mediante un tubo de cloruro de polivinilo (PVC), hasta una profundidad de 10 cm. Las muestras se conservaron en refrigeración a 5 °C hasta ser preparadas para el análisis. Una vez obtenida la fracción menor de 63 μm , se efectuó la extracción de los metales con ácido clorhídrico 0,5 mol/L³. El cadmio y el plomo fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica (EAA) con llama de aire-acetileno, el mercurio por la técnica del vapor frío,⁴ y el arsénico por espectrofotometría de absorción molecular por el método de la piridina.⁵

Los límites de cuantificación para los ensayos de arsénico, cadmio, plomo y mercurio fueron 0,6 ; 0,15, 1,09 y 0,004 $\mu\text{g/g}$; respectivamente. En la evaluación de la precisión y el sesgo se utilizó el material estándar de referencia (sedimento de río) National Bureau of Standards (NBS) 1645.

La ausencia de normalidad en las distribuciones de los resultados hizo que se reportara la mediana para cada río. En los casos en que se cuantificaron metales biodisponibles se determinó la razón de las concentraciones de metal total/metal biodisponible para cada muestra, con el fin de determinar la magnitud del aporte antropogénico. Para esto se utilizaron los resultados de plomo total obtenidos mediante EAA con atomización electrotérmica directa de sólidos⁶ y se analizó el contenido total de mercurio. Las razones obtenidas en el caso del plomo distribuyeron normalmente, lo que no ocurrió en el caso del mercurio. Debido a esto se exponen las medias por ríos de las razones de plomo y las medianas para el caso del mercurio.

RESULTADOS

En el caso del arsénico y el cadmio, en todas las muestras se encontraron niveles biodisponibles por debajo del límite de cuantificación de los métodos analíticos utilizados.

En la tabla 1 se presentan las medianas de plomo y mercurio biodisponibles en los sedimentos de los ríos estudiados. Debe destacarse que en 4 de ellos, ubicados en las provincias orientales del país, se obtuvieron valores cuantificables de plomo. Diferente situación se presenta con el mercurio, en que ocurrió en todos los ríos, con excepción del río 5a.

TABLA 1. Mediana de las concentraciones biodisponibles de plomo y mercurio en sedimentos de ríos

Provincia	Río	Plomo (mg/g)	Mercurio (mg/g)
Cienfuegos	1	< 3,62	0,07
	2	< 3,62	0,14
	3	< 3,62	0,04
Sancti Spiritus	4	< 3,62	0,09
	Santiago de Cuba	5	< 3,62
5a		4,65	< 0,01
Guantánamo	6	< 3,62	0,02
	7	4,65	0,08
	8	< 3,62	0,03
	9	14,77	0,08
	10	6,07	0,03

DISCUSIÓN

En el análisis de las medianas de la relación entre las concentraciones de mercurio total y biodisponible se destacó el hecho de que la mayor proporción del metal en forma biodisponible se presenta en el río 2 de la provincia Cienfuegos (tabla 2), en el cual también se observó la mediana más alta de biodisponible de los ríos estudiados (0,14 µg/g). Con respecto a las medias aritméticas de la relación entre las concentraciones de plomo total y biodisponible (tabla 2), se consideró más marcado el aporte antropogénico en los ríos 9 y 10. Además, en ambos ríos se encontraron las medianas más altas (14,77 y 6,07 µg/g), respectivamente.

SUMMARY

The bioavailable fractions of arsenic, cadmium, lead, and mercury in the sediments of 20 selected rivers that supply water to more than 5 000 inhabitants in Cuba were determined. The extraction was made in the fraction composed of particles under 63 µm with hydrochloric acid 0.5 mol/L. In the cases of arsenic and cadmium all the samples presented levels below the limits of quantification of the test methods. The medians of the concentrations of lead and mercury in all rivers were lower than 15 and 0-15 µg/g, respectively. The total concentration of metal/ concentration of bioavailable metal ratio was calculated when quantifiable concentrations of bioavailable lead and mercury were found.

Subject headings: ARSENIC/analysis; LEAD/analysis; CADMIUM/analysis; MERCURY/analysis; GEOLOGICAL SEDIMENTS/analysis; WATER SUPPLY; RIVERS.

Se puede concluir que:

1. No se detectaron concentraciones biodisponibles de arsénico y cadmio en los sedimentos de ríos.
2. Los niveles más altos de plomo biodisponible se detectaron en los ríos 5a y 7 de la provincia de Santiago de Cuba y en los ríos 9 y 10 de la de Guantánamo.
3. En todos los ríos se cuantificó mercurio biodisponible con excepción del río 5a. La concentración mayor fue la del río 2 de la provincia de Cienfuegos.

TABLA 2. Relación entre las concentraciones de metal total y biodisponible en sedimentos de ríos con niveles cuantificables de este último

Provincia	Río	Relación Hg total/ Hg biodisponible (M*)	Relación Pb total/ Pb biodisponible (X*)
Cienfuegos	1	11:1	-
	2	4:1	-
	3	17:1	-
Sancti Spiritus	4	6:1	-
	Santiago de Cuba	5	8:1
5a		-	7:1
Guantánamo	6	31:1	-
	7	6:1	3:1
	8	19:1	-
	9	8:1	2:1
	10	15:1	2:1

M*: Mediana.

X* : Media aritmética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vega G. Silvia. Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. En: Toxicología III. Aspectos específicos de la toxicología de algunos contaminantes. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 1985:1-19,76-128.
2. Banco de datos sobre sustancias químicas. (Computer program). MS-DOS versión 2.03. IRPTC-PC. 1993.
3. Chester R, Voulsinov FG. The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments. Mar Pollut Bull 1988;4(3):39-45.
4. Randlesome JE, Aston SR. A rapid method for the determination of mercury in sediments, suspend solids and soils. Environ Tech Lett 1980;1:3-8.
5. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 17 ed. Washington DC: APHA. 1989:187-9.
6. García M, Hernández MT. Métodos para análisis directo de cadmio y plomo en muestras sólidas por espectrometría de absorción atómica. Rev Cubana Hig Epidemiol 1993;31(1):38-42.

Recibido: 10 de marzo de 1997. Aprobado: 6 de enero de 1999.

Lic. *María Teresa Hernández Peñalver*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta No. 1158 entre Llinás y Clavel, Centro Habana, Ciudad de La Habana, Cuba. CP 10300.