See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/277588884>

DISTRIBUCIÓN Y ESPECIACIÓN DE ALGUNOS METALES PESADOS (Cd, Ni y Cu) EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LAS BAHÍAS DE GUANTA Y PERTIGALETE, EDO. ANZOÁTEGUI, VENEZUELA

Conference Paper · September 2003

READS

34

1 author:

William Senior

Universidad Estatal de la Península de Santa ...

110 PUBLICATIONS 225 CITATIONS

SEE PROFILE

Resúmenes Ampliados

X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar

**LAS CIENCIAS DEL MAR A FAVOR DEL DESARROLLO
DE LAS COMUNIDADES**

22-26 de Setiembre del 2003

San José, Costa Rica

DISTRIBUCIÓN Y ESPECIACIÓN DE ALGUNOS METALES PESADOS (Cd, Ni y Cu) EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LAS BAHÍAS DE GUANTA Y PERTIGALETE, EDO. ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.

Martínez G., *Maza A., Senior, W., Castañeda, J. y Márquez A.

Departamento de Oceanografía, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente. E-mails: gmartine@sucre.udo.edu.ve; wsenior@sucre.udo.edu.ve

*Departamento de Bioanálisis, Escuela de Ciencias, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente.

RESUMEN

Se evaluó la distribución y especiación de los metales pesados Cd, Ni, Mn y Cu en sedimentos superficiales de tres áreas geográficas del oriente del país ubicadas en la Bahía de Guanta-Pertigalete, estado Anzoátegui, Venezuela. Las muestras fueron recolectadas utilizando una draga Diez Laffont de 0,02 m² de área. Los sedimentos fueron sometidos a un proceso de extracción por pasos para extraer las diferentes fracciones geoquímicas. Los metales se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno y corrector de fondo de deuterio. Los resultados obtenidos muestran que los sedimentos superficiales de la región estudiada presentan variaciones en las concentraciones de los metales relacionadas con sus diferentes fracciones geoquímicas: biodisponibles (F₁), asociados a los carbonatos (F₂), asociados a los oxihidróxidos de Mn y Fe (F₃) y con la materia orgánica (F₄). Se presenta una alta proporción de cadmio biodisponible (F₁ y F₂) y potencialmente biodisponible (F₃) que constituyen un nivel de riesgo para el ecosistema en cuestión. Por otra parte, existe una asociación significativa entre todos los metales estudiados y la fracción F₃, puesto que es en ésta donde generalmente se encuentran las mayores concentraciones. La escala de contaminación de los metales estudiados en los sedimentos superficiales de Guanta-Pertigalete fue Mn > Ni > Cu > Cd siendo el Cu y Cd metales muy tóxicos para la biota marina y el hombre, lo que representa un peligro potencial para las áreas en estudio.

Palabras Claves: Especiación de Metales, Guanta-Pertigalete, Metales trazas

Determinar la asociación específica sedimento-metal es difícil, debido a la amplia variedad de fases sólidas que pueden fijar metales pesados, su característica amorfa y las bajas concentraciones de metales involucradas (Rapin *et al.*, 1986). Debido a estas limitaciones se han desarrollado métodos indirectos, el más común es la extracción secuencial que utiliza extractantes selectivos como una aproximación para obtener información sobre la forma de asociación de los metales con el sedimento (Rentala y Loring, 1985; Kerstner y Förstner, 1986, 1991; Hirner, 1992). Los procedimientos de extracción secuencial tienen sus ventajas, ya que permiten diferenciar entre muestras que presentan concentraciones de metales totales similares. Además, son de los pocos métodos prácticos que ofrecen información acerca del origen, formas de presencia, disponibilidad fisicoquímica y biológica, movilización y transporte de metales pesados en el ambiente (Tessier y Campbell, 1987; Horowitz, 1991). El litoral costero nororiental venezolano presenta áreas muy susceptibles a la degradación, como consecuencia de la contaminación, por poseer regiones semicerradas de circulación restringida. La región de Guanta-Pertigalete se encuentra ubicada dentro del cuadrante (10° 14' 17,52" – 10° 15' 40,68") Norte y (64° 33' 6,48" 64° 36' 00") Oeste. La bahía de Guanta es el asiento del margen costero de la ciudad de Guanta. La problemática de esta región se debe a una serie de factores sociales, humanos y naturales. Allí se reciben las descargas de aguas negras de la ciudad, sin ningún tipo de tratamiento. La forma semicerrada de la bahía trae como consecuencia un tiempo de residencia de las aguas prolongado. Todo ello aunado al evidente grado de marginalidad de la población han convertido a la bahía en un cuerpo de agua contaminado y no apto para el contacto humano. El sector Pertigalete es el asiento de la empresa Vencemos, la cual explota los recursos de piedra caliza, muy abundantes en la región, para la producción de cementos. Paralelamente, allí se encuentran algunos sitios de interés turísticos: Isla de Plata, Pamatacualito, etc. Dinámicamente, esta bahía está más ventilada que la de Guanta, lo cual se evidencia por la claridad y transparencia de sus aguas.

El muestreo se efectuó utilizando una draga Diez Laffont de 0,02 m² de área (Figura 4). Las muestras de sedimentos fueron colocadas en bolsas de polietileno y conservadas a -10°C hasta su procesamiento. Las mismas se secaron en estufa, luego pulverizadas y homogenizadas en mortero y almacenadas en tubos de ensayo hasta su procesamiento y análisis.

Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en las bahías de Guanta y Pertigalete.

Para la determinación de la especiación de los metales pesados, se aplicó un proceso de extracción secuencial en cuatro pasos (Izquierdo *et al.*, 1997; Roux *et al.*, 1998). A) EXTRACCIÓN CON ACETATO DE AMONIO: Se pesó aproximadamente 1,00 g de cada una de las muestras de sedimento seco en un erlenmeyer de 125 ml y se sometió a una digestión durante 2 h con una solución de acetato de amonio 1 mol/l, ajustada a pH 7. Se filtró y las soluciones resultantes se recogieron y se enrasaron en balones aforados de 25 ml. B) EXTRACCIÓN CON ACETATO DE SODIO/ÁCIDO ACÉTICO: El filtro con el sedimento residual proveniente de la primera extracción se colocó en erlenmeyer de 125 ml y se trató con una solución buffer de acetato de sodio y ácido acético 1 mol/l a pH 5, por 5 horas. C) EXTRACCIÓN CON ÁCIDO CLORHÍDRICO/ ÁCIDO NÍTRICO: Se pesó aproximadamente 1,00 g de cada una de las muestras de sedimento seco en un erlenmeyer de 125 ml y se sometió a una digestión con una mezcla de 20 ml de HCl 2 mol/l y HNO₃ 1 mol/l por 4 horas a temperatura ambiente. D) EXTRACCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO: Se pesó aproximadamente 1,00 g de muestra de cada una de las muestras de sedimento seco en un erlenmeyer de 125 ml y se sometió a una digestión con una solución de peróxido de hidrógeno al 30% a pH 2 a 80°C por 2 horas. Las soluciones resultantes se recogieron y se enrasaron con agua ultrapura en balones aforados de 25 ml. Las determinaciones de metales trazas se llevaron a cabo por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un equipo Perkin Elmer, mod. 3110, con una llama de aire acetileno y corrector de fondo de deuterio.

Los resultados obtenidos para cada uno de los metales estudiados se describen de manera independiente por medio de gráficas que corresponden a barras apiladas. La primera fracción (F₁) son los metales intercambiables extraídos con acetato de amonio a pH 7, la segunda fracción (F₂), son los metales asociados a carbonatos, extraídos con buffer de ácido acético y acetato de sodio 1 mol/l a pH 5, la tercera fracción (F₃), se asocia a los oxihidróxidos de manganeso y hierro, los cuales se extraen con ácido clorhídrico 2 mol/l y ácido nítrico 1 mol/l en la proporción 2 : 1 y la cuarta y última fracción (F₄), son los metales asociados a la materia orgánica contenida en los sedimentos y que es extraída con peróxido de hidrógeno a pH 2.

La figura 2 muestra las concentraciones de las diferentes fracciones para el Cd, Ni y Cu en los sedimentos pertenecientes al área de Guanta y Pertigalete, relacionados con las estaciones, donde se puede observar que las concentraciones de Cd oscilaron entre no detectado y 1,938 µg/g (Tabla 2) para la fracción intercambiable (F₁), 0,008 y 4,188 µg/g para la fracción asociados a carbonatos (F₂), 0,788 y 8,616 µg/g para fracción asociada con los oxihidróxidos de Mn y Fe (F₃) y 0,012 y 1,355 µg/g para la fracción asociada a materia orgánica (F₄). Las mayores concentraciones para las fracciones F₁, F₂ y F₃ de Cd se encontraron en la estación 5, mientras que en la F₄, se mostró la mayor concentración en la estación 8. El cadmio intercambiable se detectó en casi todas las estaciones, excepto en la estación 7. De igual forma, se observa que en la fracción asociada a la materia orgánica (F₄), las mayores concentraciones de cadmio se encuentran en las primeras nueve estaciones, mientras, que las menores

concentraciones están ubicadas en las últimas cinco. En este caso también se detectó cadmio en todas las estaciones estudiadas.

Figura 2. Distribución y especiación de Cd, Ni y Cu en sedimentos superficiales de la bahías de Guanta y Pertigalete (Edo. Anzoátequi).

El cadmio está potencialmente biodisponible, y tiene la mayor contaminación en la estación 5, lo cual podría atribuirse a la proximidad de ésta con la planta de cemento más grande de Latinoamérica, ya que el cemento contiene cadmio y de allí pueden provenir los valores elevados. El contenido promedio de cadmio total, encontrado en esta área es superior al reportado en el informe IOV, 1992 de 2,390 µg/g para esta región, 1,830 µg/g para núcleos en la bahía de Bergantín (Martínez, *et al.*, 2002), 1,710 µg/g para el Golfo de Cariaco (Martínez, 1996) y superior a 0,880 µg/g para el área de Jose (Bonilla *et al.*, 1998). De igual manera, la concentración promedio de Cd es inferior a las reportadas para los sedimentos contaminados de los estuarios de Bacuta (9 ± 1 µg/g) y Liebre (19 ± 2 µg/g) en la Marisma de Odiel en la localidad española de Cádiz (Izquierdo *et al.*, 1997) así como a los valores reportados para los sedimentos de las marismas del río Oder en Polonia con valores de 16 µg/g (Callaway *et al.*, 1998).

De igual manera, se observa que el níquel en la F_1 varió entre no detectado en la mayoría de las estaciones hasta 1,038 $\mu\text{g/g}$, en la estación 1. En la F_2 osciló desde no detectado hasta 1,738 $\mu\text{g/g}$. La F_3 estuvo comprendida entre 3,164 hasta 22,690 $\mu\text{g/g}$ y la fracción F_4 fluctuó entre 0,583 hasta 1,829 $\mu\text{g/g}$. Es de hacer notar que las mayores concentraciones de níquel en esta área se encuentran en la fracción asociada a los oxihidróxidos de Mn y Fe cuyo promedio es 8,339 $\mu\text{g/g}$. Las concentraciones altas en Guanta-Pertigalete pueden ser indicativas de un gran aporte exógeno de este metal al medio marino. Este incremento, por otra parte, se debe a que los metales pesados pueden estar formando parte de la red cristalina de los minerales presente en la zona y son transportado a estos ecosistemas por las escorrentías formadas en la épocas de lluvia y por los vientos que soplan en la región durante todo el año. Estos metales forman parte de la materia orgánica igualmente acumulada en este tipo de sedimento (Bonilla & Lin, 1979) y liberarse cuando esta se degrada, o puede estar adsorbido en dichas partículas o ser parte de los oxihidróxidos de hierro y manganeso que se producen en el agua de mar y que precipitan para formar parte de los sedimentos superficiales. Los valores de níquel total en este estudio son 25,51 $\mu\text{g/g}$ para el área de Guanta-Pertigalete los cuales son superiores a los reportados por Gamboa *et al.* (1986) para la Bahía de Pozuelos (11,68 $\mu\text{g/g}$) y Bahía de Barcelona (13,08 $\mu\text{g/g}$), comparables a los reportados por ellos para la Bahía de Pertigalete (20,42) y Guanta (23,87 $\mu\text{g/g}$), y inferiores a los reportados por estos mismos autores para la Bahía de Bergantín (45,60 $\mu\text{g/g}$), así como también a los reportados por Martínez, *et al.* (2002) en la bahía de Bergantín de 1054,740 $\mu\text{g/g}$ y Bahía de Jose con 30,540 $\mu\text{g/g}$ (IOV, 1992).

Las concentraciones de cobre del área Guanta-Pertigalete se muestran en la figura 20 en la cual se observan que las concentraciones del metal fluctúan desde no detectado hasta 0,525 $\mu\text{g/g}$ en la F_1 , para la F_2 desde no detectado hasta 0,163 $\mu\text{g/g}$, en F_3 desde 1,542 hasta 30,534 $\mu\text{g/g}$ y en la F_4 desde no detectado hasta 1,558 $\mu\text{g/g}$. Estos valores son comparables a los reportados por Gamboa *et al.* (1986) para la Bahía de Pertigalete (8,370 $\mu\text{g/g}$); mientras que en Güiría las mayores concentraciones están asociadas a la materia orgánica con un valor de 15,707 $\mu\text{g/g}$, lo que hace pensar que esto se debe principalmente a los aportes de este metal como consecuencia de la degradación de la materia orgánica producida *in situ*, así como las provenientes de los efluentes domésticos que son vertidos en esta región.

Los sedimentos en la región estudiada presentan una textura que tiende hacia limo-arcilloso. Campbell & Loring (1980) y Perkins *et al.* (1973) reportaron un incremento en las concentraciones de metales pesados asociados con la fracción de grano fino, mientras que Jackson (1979) encontró que el Fe, Zn, Cd y Cu están fuertemente relacionados con el carbono orgánico. Igualmente, se señala en estos trabajos la influencia antropogénica en las concentraciones de estos metales como consecuencia de los vertidos de efluentes industriales y urbanos de las ciudades, poblados y complejos industriales establecidos en la zona.

Referencias

- Bonilla, J. y Lin A. 1979. Materia orgánica en los sedimentos de los Golfos de Paria y Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente, 18 (1 y 2): 37-52.
- Bonilla, J.; Fermín, J. y González, C. (1998) Análisis estadístico multivariante aplicado al grado textural y a los aspectos geoquímicos de los sedimentos del ecosistema marino costero de Jose, Edo. Anzoátegui, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela Univ. Oriente, 37 (1 y 2): 53-62.
- Callaway, J.; Delaune, R. y Patrick, W. 1998. Heavy Metals chronology. in selected coastal Wetlands from Northern Europe. Mar. Poll. Bull., 36 (1): 82-96.
- Campbell, J. y Loring, D. 1980. Baseline level of heavy metals in the waters and sediments of Baffin Bay. Mar. Poll. Bull., 11 (9): 257-261.
- Gamboa, B.; Bonilla, B. y Cedeño G. 1986. Concentración de algunos metales pesados en sedimentos superficiales de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes, Edo. Anzoátegui, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 25 (1 y 2): 233-240.
- Jackson, T. 1979. Sources of Heavy Metals Contamination in River - Lakes System. Envir. Pollut., (18): 131-138.
- Kersten, M y Förstner, U. 1986. Chemical fractionation of heavy metals in anoxic estuarine and coastal sediments. Wat. Sci. Tech. 18, 121-130.

- Kersten, M y Förstner, U. 1991. Speciation of trace elements in sediments. In Trace Elements Speciation: Analytical Methods and problems, ed. G. E. Batley, pp. 245-317, CRC Press, Boca Raton.
- Hirner, A. 1992. Trace element speciation in soils and sediments using sequential chemical extraction methods. Int. j. Environ. Anal. Chem., 46: 77-85.
- Horowitz, A. 1991. A Primer on Sediments – Trace Element Chemistry. 2^{da} ed. Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, 136 pp.
- IOV. 1992. Estudio ambiental de las costas del Estado Anzoátegui. Proyecto EACA – Area de Jose. Informe final. Convenio IOV (UDO) - Corpoven. 221 pp.
- Izquierdo, C.; Usero, J. And Gracia I. 1997. Speciation of Heavy Metals in Sediments from Salt Marshes on the Southern Atlantic Coast of Spain. Mar. Poll. Bull., 34 (2): 123-128.
- Martínez, G. 1996. Algunos metales pesados en sedimentos superficiales del Golfo de Cariaco, Edo. Sucre, Venezuela. Trabajo de ascenso, 48 pp.
- Martínez, G., Rodríguez, L. y Senior W. 2002. Especiación de Cd, Zn, Cr y Pb en la Bahía de Bergantín, Edo. Anzoátegui, Venezuela. Interciencia, 27 (4): 1-8.
- Perkins, E., Gilchrist, J., Abbot, O. y Halcrow, W. 1973. Trace metals in solway firth sediments. Mar. Pollut. Bull., 4 (4): 59-61.
- Rantala , R. y Loring, D. 1985. Partition and determination of cadmium, copper, lead y Zinc in marine suspended particulate matter. Int. J. Environ. Anal. Chem., 19. 165-173.
- Rapin, F., Tessier, A., Campbell, G. y Carignan, R. 1986. Potential artifacts in the determination of metals partitioning in sediments by a sequential extraction procedure. Environ. Sci. Technol., 20: 836-840.
- Roux, L. Roux, S. & Appriou, P. 1998. Behaviour and speciation of metallic species Cu, Cd, Mn and Fe during estuarine mixing. Mar. Pollut. Bull., 36 (1): 56-64.
- Tessier, A y Campbell, PGC (1987) Partitioning of trace metals in sediments. Relationships with bioavailability. Hidrobiología, 149: 43-52.