



## Metales en sedimento del rio Ranchería, La Guajira

### *Metals in sediment from the Ranchería river, La Guajira*

Carlos Doria Argumedo<sup>1</sup>; Jaiker Gómez Sierra<sup>2</sup>; José Marrugo Negrete<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Docente. Universidad de La Guajira. Grupo Territorios Semiáridos del Caribe.cdoria@uniguajira.edu.co.

<sup>2</sup> Director Laboratorio de Calidad Ambiental. Copogujira. jaikergomez@copogujira.dov.co

<sup>3</sup> Docente. Universidad de Córdoba. jmarrugo@unicordoba.edu.co

#### Resumen

En la cuenca del Ranchería se realizan actividades antropogénicas relacionadas con la minería, el uso de agroquímicos, ganadería y depósito de aguas servidas; se tomaron muestras de sedimento en once puntos del trayecto del río con el objetivo de determinar metales pesados.

Se observa una correlación significativa entre todos los metales, indicando un origen común.

El Cd se encuentra en un nivel por encima de los valores de referencia para efectos agudos, sugeridos en guías internacionales. El análisis estadístico, para los datos observados, según un nivel de significancia de 0,05, indica que los metales estudiados provienen de la misma fuente y sugiere que la explotación minera en la cuenca del Ranchería, es la fuente principal del Cd en el río Ranchería.

*Palabras clave:* Contaminación, metales pesados, río Ranchería.

#### Abstract

In the Ranchería basin, anthropogenic activities related to mining, the use of agrochemicals, cattle ranching and wastewater storage waste are carried out; sediment samples were taken at eleven points of the river path in order to determine heavy metals.

A significant correlation is observed between all the metals, indicating a common origin.

The Cd is at a level above the reference values for acute effects, suggested in international guidelines. The statistical analysis, for the observed data, according to a level of significance of 0,05, indicates that the metals studied come from the same source and it is suggested that the mining exploitation in the Ranchería basin is the main source of Cd in the Ranchería river.

*Keywords:* Pollution, heavy metals, Rancheria river.

## Introducción

La principal fuente hídrica, en el departamento de La Guajira, es el río Ranchería, al cual llegan tres fuentes principales de contaminación, de origen antrópico: aguas residuales domésticas de los municipios por donde transita, residuos de las actividades de minería de carbón a cielo abierto de El Cerrejón y escorrentía derivada de sectores agrícola y ganadero de la región por el uso del suelo.

Por lo anterior, se investigó la variación de la concentración en metales pesados en sedimentos, para evaluar su posible grado de contaminación y fuente.

## 1. Metodología

### 2.1 Área de Estudio

Se ubicaron en la corriente principal, 11 estaciones de muestreo (Ver figura 1).

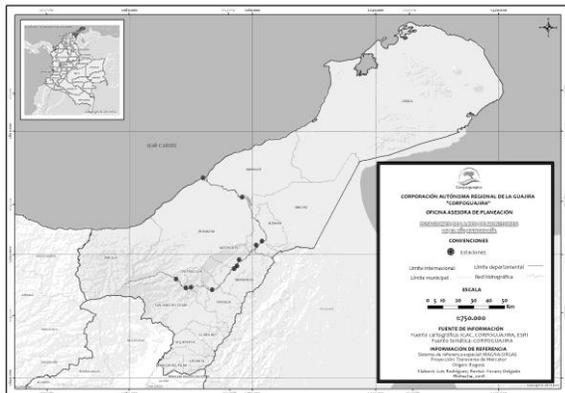


Figura 1. Área de estudio.

### 2.2 Fase de Campo

Se tomó muestras de sedimentos, en dos periodos climáticos (Lluvioso de 2016 y Seco de 2017), durante cuatro campañas de muestreo.

Se determinaron las concentraciones de metales Cd, Pb, Cu, Zn y Hg, el pH y materia orgánica.

Las metodologías analíticas para los análisis de los metales fueron validadas en el laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental de la Universidad de Córdoba.

Las muestras se tomaron en los primeros 5 cm de capa superficial, utilizando cucharas de plástico y fueron transportadas al laboratorio en bolsas de polietileno previamente rotuladas. Se secaron a temperatura ambiente, maceraron y tamizaron con un tamaño de poro de 200µm.

Posteriormente, se realizó una Digestión Asistida por Microondas en un EthosOne, Milestone con HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (EPA 3051B).

La materia orgánica se determinó, mediante la pérdida de peso por ignición.

## 2. Análisis estadístico

Para evaluar diferencias significativas entre las concentraciones medias de metales para diferentes estaciones de muestreo, se aplicó un análisis de varianza de un factor.

Adicionalmente, para encontrar dependencia entre las variables, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y con el fin de esclarecer la dinámica de metales pesados y origen, se realizó el análisis multivariado de componentes principales usando la matriz de correlación. Para todos los análisis estadísticos el criterio de significancia fue  $p \leq 0,05$ .

## 3. Resultados

La secuencia de las concentraciones encontradas fue: Zn>Cu>Pb>Cd>Hg. Las concentraciones más elevadas se presentaron en la época lluviosa de 2016 y todas en la última estación, alcanzando



valores de 115,1 gZn/kg, 46,0 gCu/kg, 34,4gPb/kg, 2,5 gCd/kg y 0,1gHg/kg.

La tabla 1 muestra la línea base ambiental de metales medidos.

**Tabla 1.** Promedios y desviación estándar de metales en sedimentos del río Ranchería.

Sitio	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Hg (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Pb (mg/kg)
E1	6,0±1,7	13±4,9	5,3±2,2	80±93	1,7±0,8
E2	15±6,9	26±2,6	6,9±5,1	313±320	3,0±2,2
E3	12±5,9	35±10	12±5,2	233±124	5,0±2,2
E4	16±6,1	35±15	18±7,0	203±111	5,8±4,4
E5	22±2,6	74±10	37±9,8	741±362	8,1±4,3
E6	22±10,1	77±31	34±13	646±307	9,8±7,2
E7	19±9,1	50±29	20±12	572±382	6,8±5,2
E8	21±8,2	57±27	21±9,3	678±455	7,9±6,0
E9	18±6,3	54±24	16±7,0	489±232	6,4±3,3
E10	16±11	52±27	11±5,3	376±204	9,8±6,3
E11	34±6,9	102±8,5	42±11	1050±837	15±11

De los metales estudiados, sólo Cadmio sobrepasó el límite permisible (LP=596 µg/kg) como seguros para riesgo ecológico para metales en sedimentos establecidos por las Guías de Calidad Ambiental Canadiense compiladas por NOAA (Buchman 2008) en la tabla de referencia rápida para inorgánicos en sedimento.

Para todos los metales en estudio la concentración media determinada en la primera estación “Punto limpio” es menor que en el resto de estaciones de muestreo.

En las estaciones 2, 3 y 4, se nota una tendencia creciente de los metales pero que no sobrepasan los niveles de fondo o de referencia (Background) o de aporte de la corteza terrestre recomendados por la NOAA (Buchman 2008), excepto el Cadmio que en dichas tres estaciones presenta valores por encima, mostrando un incremento en la estación 2 con respecto a la estación 1 y luego un deceso en la estación 3 y en la 4, pero en este caso en dichas estaciones aunque se sobrepasan los niveles de fondo para todos los metales estudiados no llegan a los límites máximos permisibles recomendados.

Solamente los valores de Cadmio en las estaciones de muestreo 5, 6, 8 y 11, superan los valores límites recomendados por la NOAA para riesgo por efecto agudo en la biota acuática.

La estación de muestreo 5, se caracteriza por recoger las aguas de escorrentía, que alcancen a llegar al río Ranchería, después que discurren por las áreas de las operaciones mineras de El Cerrejón, como son lagunas de retención, patios de almacenamiento de carbón y talleres permanentes.

Los datos de la estación de muestreo 6, estación contigua y cercana a la estación 5, muestra similitud a los datos arrojados en esta, siendo un poco menores, también se ubica en área de influencia minera y a menos de 20 metros aguas abajo de ella la explotación minera aprovecha las aguas del río con una bocatoma flotante, que deriva un caudal importante para servicios de la mina.

Con respecto al Cd, en el estudio de algunos elementos traza en la cuenca Cesar – Ranchería (Morales & Carmona., 2007), indican que las comparaciones entre las concentraciones promedio de los elementos traza de los carbones analizados con los valores promedio mundiales, muestran que en los carbones de la Cuenca Ranchería el Cadmio se encuentran en concentraciones por encima de los promedios mundiales y de la corteza terrestre y su promedio en 18 muestras de carbón que fueron tomadas en diferentes tajos es de 362,2±323,7 µg/kg.

Lo anterior lleva a inferir que los elevados valores de Cd en este estudio a partir de las estaciones de muestreo 5 y 6, se puede deber al lavado de los carbones de El Cerrejón o al precipitado del material particulado que se genera en dicha mina.

En la estación de muestreo 7, si bien no supera el límite máximo recomendado, está muy cerca de este, por lo que se pronostica que, de no tomarse medidas de control de la contaminación, también podrá superar el límite recomendado, máxime que recibe los sedimentos transportados de los tramos anteriores que presentan niveles altos y está influenciado por la explotación minera.

En la estación de muestreo 8, que también está sobre los límites recomendados, recoge aguas residuales domésticas del municipio de Albania, las cuales no reciben tratamiento, por lo que son una fuente importante de contaminación.

Las estaciones 9 y 10, recogen influencias de comunidades indígenas cercanas al río entre Albania y Manaure, se nota una disminución leve de los niveles de metales, por lo que se deduce que estos deben estar llegando producto del arrastre de las estaciones anteriores y no de actividades de dichas comunidades u otras fuentes de contaminación y adicionalmente no se observaron actividades importantes ubicadas en dichos sectores que puedan afectar su calidad.

Los datos de la estación de muestreo 11, son los valores más elevados para todos los metales estudiados y la materia orgánica y supera el límite recomendado para Cd, convirtiéndose el delta del río en el área más impactada; situación que es de esperarse por cuanto se ha convertido en una zona de sedimentación puesto que en la época seca el sistema de irrigación entre el río y el mar Caribe se suspende (Vélez & Polanía 2007), lo que lo convierte en un gran depósito de los residuos arrastrados por el río en su recorrido.

Lo anterior puede deberse a las condiciones en las que se encuentra este sitio, es decir baja concentración de oxígeno disuelto y ambientes reductores que promueven la formación de nuevas sustancias químicas, la liberación y

biodisponibilidad de los metales (Poot, A. et al , 2010).

Entre el Zn con el Hg y Cu se presentan las más fuertes correlaciones (0,85 y 0,84 respectivamente), seguida por la correlación del Pb con Cd (0,81).

También se correlacionan significativamente, pero no tan fuerte como el grupo anterior, el Hg con el Cu (0,76) y con el Cd (0,72) y el Cu con el Cd (0,72) y con el Pb (0,71) y se correlacionan moderadamente el Pb con Hg (0,70) y con Zn (0,67) y la materia orgánica con Cu (0,65) y el Pb (0,60), también se observa correlación moderada entre el Cd y el Zn (0,64).

Dichas correlaciones, entre metales indican que hay una fuente de contaminación u origen de procedencia común.

El pH muestra mantener correlaciones muy bajas con la materia orgánica y los metales estudiados ( $\leq 0,12$ ).

Los resultados coinciden con los reportados por Feria et al. (2010) en el río Sinú, donde los autores encontraron altas correlaciones entre Zn y Cu; y comentan que pueden deberse a los orígenes de los metales, contribuciones litológicas o a patrones similares de éstos.

#### 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos proveen valiosa información complementaria para evaluar y comprender de mejor forma los impactos de la actividad minera, en la cuenca, sobre la calidad de los sedimentos superficiales del río Ranchería.

Las altas asociaciones entre la materia orgánica, con cadmio y plomo, podría producir una eventual liberación hacia la columna de agua, si



68

las condiciones de óxido reducción del medio son alteradas, lo que generaría en el futuro, efectos adversos al ecosistema.

## Referencias Bibliográficas

Buchman, M. (2008). Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs). NOAA OR&R report 08-1 Seattle WA, office of response and restoration division, national oceanic and atmospheric administration, 34 p.

Feria Jhon Jairo, Marrugo José Luis, González Humberto, (2010). Heavy metal in Sinú river. Departamento de Córdoba, Colombia, Sudamérica. Rec. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía No 55 pp. 35-44.

Morales, W., Carmona, I. (2007). Estudio de algunos elementos traza en carbones de la cuenca Cesar – Ranchería, Colombia. Boletín de Ciencias de la Tierra, [S.l.], n. 20, p. 73-88. ISSN 2357-3740.

<http://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/728/11291>>.

Fecha de acceso: 11 oct. 2017.

Vélez, L., Polanía, J. (2007). Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Revista de biología tropical*.

\*Para citar este artículo: Argumedo CD.; Gómez Sierra J.; Marrugo Negrete J. Metals in sediment from the Rancheríariver, La Guajira..Revista Bistua.2017.15(2):64-68

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Argumedo CD. Docente. Universidad de La Guajira. Grupo Territorios Semiaridos del Caribe.cdoria@uniguajira.edu.co

Recibido: Noviembre 02 de 2016

Aceptado: Febrero 04 de 2017