



MERCURIO EN EL RÍO SUCIO - UN REFLEJO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN SANTO DOMINGO-CHONTALES, NICARAGUA

Artículo Original

Francisco J. Picado Pavón

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua,

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,

Apdo. Postal 4598, Managua, Nicaragua.

Correo electrónico: francisco.picado@cira-unan.edu.ni

Palabras claves: Contaminación, Minería, Santo Domingo, Mercurio

Recepcionado: 09 Julio 2009 / Aceptado: 15 Diciembre 2009

RESUMEN

El Río Sucio (Río Artiguas) está localizado en la parte central de Nicaragua. El curso de este río atraviesa el poblado de Santo Domingo. En este municipio, del departamento de Chontales, la extracción del oro se realiza artesanalmente empleando el método de amalgamación con mercurio (Hg). En el proceso de extracción se utiliza agua del río, que luego es descargada a al mismo conteniendo Hg asociado al material en suspensión.

Este estudio examina el comportamiento de los flujos de Hg en el Río Sucio. Para esto, la variación espacial y temporal del caudal del río fue medida y las aguas y sedimentos fueron muestreados. Las muestras fueron analizadas mediante Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo. Los resultados muestran que el Hg es transportado a lo largo del río asociado mayormente al material en suspensión que proviene de las colas mineras. Las concentraciones de Hg detectadas en el agua variaron desde 0.1 hasta 5.0 µg/l. Las concentraciones más altas estuvieron por encima de la concentración de Hg permitida en agua de ingesta (1 µg/l) según la Organización Mundial de la Salud. En cuanto al Hg en los sedimentos, las concentraciones representan una amenaza para la biota del río.

La variación de los flujos de Hg es un reflejo de la liberación permanente del Hg en la microcuenca del Río Sucio. La escala temporal y espacial en estas observaciones puede ser de gran utilidad en la implementación de estrategias de monitoreo ambiental en las áreas mineras.

INTRODUCCIÓN

La extracción artesanal del oro en Santo Domingo hace uso de mercurio (Hg). La actividad minera en este municipio de Chontales data desde hace varias décadas y a pesar de que esta no es una de las principales actividades económicas, representa una fuente de ingresos para un reducido número de familias. Esta práctica resulta en la contaminación del ambiente y es realizada con poco conocimiento tecnológico y sin regulación alguna. En otras regiones del mundo, se ha estimado que más de 1 kg de Hg es liberado al ambiente cuando se produce 1 kg de oro (Lacerda, 2003). La liberación de Hg al ambiente representa una amenaza para organismos vivos, ya que este metal es tóxico, tiende a acumularse y a bio-magnificarse a través de la cadena alimenticia. Sin embargo, los mineros de Santo Domingo (aproximadamente 400 mineros) emplean la amalgamación con Hg por ser un procedimiento de bajo costo (el costo de 1 kg de Hg es el mismo que la de 1 g de oro). Para extraer el oro, ellos utilizan en el proceso agua del Río Sucio, que luego la descargan al mismo conteniendo material en suspensión y Hg. De esta forma el Hg es distribuido aguas abajo y se acumula en los sedimentos, que al igual que en otras áreas mineras (Tarras-Wahlberg et al, 2001; Limbong et al, 2003), esta acumulación ha alcanzado niveles tóxicos para la vida acuática y probablemente para la población que consume los peces del río.

Las fuentes de contaminación son principalmente atribuidas a dos sitios de amalgamación ubicadas a orillas del río (La Estrella y La Rastra) (Fig. 1). Varias

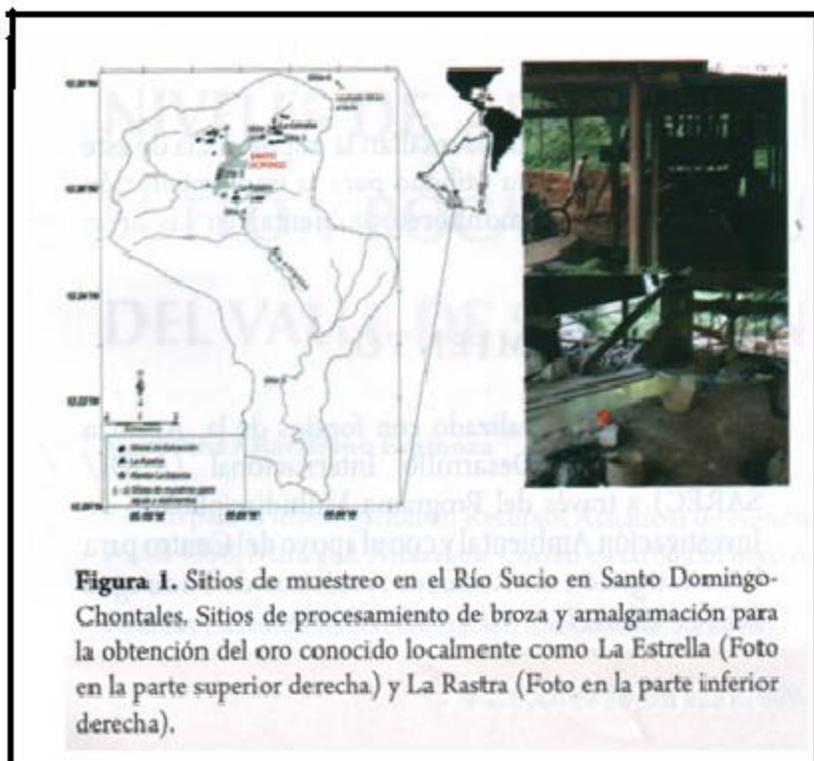


Figura 1. Sitios de muestreo en el Río Sucio en Santo Domingo-Chontales. Sitios de procesamiento de broza y amalgamación para la obtención del oro conocido localmente como La Estrella (Foto en la parte superior derecha) y La Rastra (Foto en la parte inferior derecha).

investigaciones han abordado el problema ambiental en Santo Domingo, sin embargo, estos no han estudiado el comportamiento de las concentraciones de Hg en el Río Sucio. Este estudio examina la variación espacial y temporal de las concentraciones de Hg en las aguas del río en una escala de horas y en un transecto de 9 km a lo largo de este. Los objetivos del estudio fueron: a) obtener una caracterización detallada de la contaminación y b) conocer la variación horaria y la dispersión espacial de las concentraciones de Hg en el río, lo cual es de gran utilidad para establecer el tiempo y los sitios para monitorear la contaminación generada por la minería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las aguas y sedimentos del Río Sucio (Fig.1) fueron muestreados en Marzo 2003. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio mediante Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS; Perkin Elmer, ELAN-6000). Los sitios de muestreo fueron seleccionados de acuerdo a la ubicación de las fuentes de contaminación (Figura 1). En tanto, los flujos de Hg fueron estimados con mediciones de caudales (2030RG General Oceanic Inc. mechanical flowmeter) y con la distribución de las concentraciones de Hg entre las fases disuelta y particulada. Otras mediciones de campo como el pH (Orion 210A/electrode, Orion 9107BN pH-metro), Conductividad (Orion 105A electrode/Orion cell 011050 conductivimetro) y Temperatura del agua fueron también realizadas.

RESULTADOS

El Hg es transportado a lo largo del río mayormente en forma particulada. Estas concentraciones representan entre el 35 y 72% de las concentraciones totales de Hg, las cuales variaron entre 0.1 y 5.0 $\mu\text{g/l}$. Las concentraciones más altas fueron encontradas en las cercanías de los sitios mineros y estas exceden los valores guías de aguas de ingesta (1.0 $\mu\text{g/l}$) (WHO, 1996), en tanto, las concentraciones más bajas fueron detectadas en los sitios más lejanos.

Los flujos del Hg particulado presentaron dos valores altos en el sitio 2 y cuatro en el sitio 4 (Fig. 2). Estos flujos reflejan el momento en que el Hg es utilizado en el proceso. En cuanto a los flujos del Hg disuelto, estos variaron en un factor que va de 5 a 10 durante el día. Por otro lado, la Conductividad y el pH del agua variaron desde 64 a 191 $\mu\text{S/cm}$ y desde 6.6 a 7.9 respectivamente. Ambas variables tienden a aumentar corriente abajo desde los sitios mineros, sin embargo, estas no presentan correlación alguna con las concentraciones de Hg.

La contaminación de los sedimentos empieza desde el sitio 2 hacia 45 km corriente abajo desde la planta La Estrella (Fig. 1). La concentración de Hg total más alta es de 10 $\mu\text{g/g}$ y fue encontrada corriente abajo de las dos principales fuentes de contaminación (Sitio 4) (Fig. 1) y la concentración más baja (0.1 $\mu\text{g/g}$) fue encontrada 45 km corriente abajo (Sitio 6).

DISCUSIÓN

Las variaciones temporales de los flujos de Hg en los ríos son comúnmente descritas en escalas de meses y de años, sin embargo estas escalas no describen la dinámica del Hg asociada con aquellos eventos propios de la minería en las áreas mineras. En estos ambientes muy particulares, las variaciones de los flujos de Hg en los ríos obedecen a las variaciones de la cantidad de Hg liberada a estos, tal a como fue observado en el Río Sucio (Fig. 2).

Las descargas de las colas mineras están caracterizadas por rápidas fluctuaciones y las concentraciones asociadas de Hg son casi impredecibles, por eso para el desarrollo de estrategias en el monitoreo de la contaminación, se recomienda que el monitoreo de

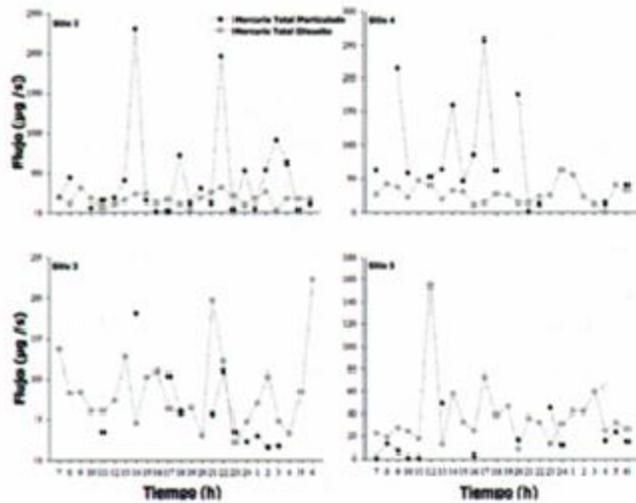


Figura 2. Variación temporal y espacial de los flujos de Hg en 4 de los sitios muestreados en el Río Sucio. Los flujos cuyas concentraciones eran inferiores a los valores de los límites instrumentales no están incluidos.

las concentraciones de Hg en los ríos afectados por la minería se haga en una escala de horas.

A pesar de que las emisiones anuales de Hg en Santo Domingo (~0.4 toneladas) (Picado, 2008) son inferiores a las emisiones en el área minera de las Amazonas en Brasil (~180 toneladas), las concentraciones de Hg en ambos ambientes son similares. Estas concentraciones son también similares a las reportadas en áreas como Tanzania (Lacerda y Marins, 1997). Estos niveles de contaminación representan una amenaza para la vida acuática y para el ser humano (Picado, 2008).

El Río Sucio no debería ser utilizado como fuente de agua para la ingesta, ya que las concentraciones de Hg en este recurso están por encima de la concentración de Hg recomendada para el agua de ingesta.

En cuanto a los sedimentos del río, estos son una fuente potencial de Hg para los organismos acuáticos, dado que el Hg inorgánico presente en los sedimentos puede ser transformado por la actividad bacteriana a metilmercurio.

El metilmercurio es una de las especies más tóxicas del Hg y se acumula fácilmente en los organismos acuáticos (Huckabee et al, 1979).

La variación temporal y espacial de los flujos de Hg en el río refleja la actividad minera practicada en la cuenca del Río Sucio.

Estos patrones de flujos resaltan la importancia de este tipo de estudio y su utilidad para la implementación de estrategias de monitoreo ambiental en las áreas mineras.

AGRADECIMIENTO

Este estudio fue realizado con fondos de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI/SAREC) a través del Programa Multidisciplinario de Investigación Ambiental y con el apoyo del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN).

BIBLIOGRAFÍA

- Huckabee, J.W., Elwood, J.W., Hildebrand, S.G. (1979). Accumulation of mercury in freshwater biota. In: J.O.N. (ed) (Editor), *The Biogeochemistry of Mercury in the Environment*. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, New York.
- Lacerda, L.D. (2003). Updating global Hg emissions from small-scale gold mining and assessing its environmental impacts. *Environmental Geology*. 43(3), 308-314.
- Lacerda, L.D., Marins, R.V. (1997). Anthropogenic mercury emission to the atmosphere in Brazil. *Journal of Geochemical Exploration*. 58, 223-229.
- Limbong, D., Kumampung, J., Rimper, J., Arai, T., Miyazaki, N. (2003). Emission and environmental implications of mercury from artisanal gold mining in north Sulawesi, Indonesia. *The Science of the Total Environment*. 302, 227-236.
- Picado, P. F. (2008). Fluvial transport and risk of mercury in a gold mining area. PhD Thesis, Lund University, Lund-Sweden. ISBN 978-91-7105-280-3.
- Tarras-Wahlberg, N.H., Flachier, A., Lane, S.N., Sangfors, O. (2001). Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: the Puyango River Basin, Southern Ecuador. *The Science of the Total Environment*. 278, 239-261.
- WHO. (1996). *Guidelines for Drinking Water Quality*, 2nd ed., Vol. 2., Geneva.