



EL MERCURIO EN MADRE DE DIOS: RESUMEN EJECUTIVO

Documento de Trabajo # 12
Bruce Forsberg
Fecha: Junio 2014

En las últimas dos décadas se ha producido un importante aumento de la actividad minera en la cuenca del río Madre de Dios (MDD), en especial en las subcuencas de los ríos Inambari y Colorado, en donde los grandes aportes de mercurio a los sistemas fluviales a causa de estas actividades han causado mucha preocupación con respecto a los niveles de contaminación presentes en la región y los riesgos inherentes para la salud humana. Los informes preliminares que reportan los niveles de contaminación de mercurio en los ríos y peces, y en las poblaciones humanas locales contribuyen a esta preocupación. En este documento se revisa de manera crítica la evidencia existente de la contaminación de mercurio en la cuenca del río Madre de Dios y se discuten las posibles consecuencias en la salud humana considerando escenarios futuros con y sin desarrollo económico en la región.

LIBERACIÓN DE MERCURIO AL MEDIO AMBIENTE

Los explotadores de oro en la cuenca del MDD se encuentran principalmente a lo largo del canal principal del MDD y en las subcuencas de los ríos Inambari, Colorado, Tambopata y Malinowski. Actualmente se explotan principalmente arenas gruesas en yacimientos aluviales o de tipo placer. El mercurio metálico se libera al medio ambiente en tres etapas durante el proceso de explotación. Durante el proceso de amalgamación, el mercurio líquido es mezclado con arena densa pre-concentrada y agua en un balde abierto. Parte de este mercurio forma una amalgama con oro, el cual es retirado. Por lo general, el mercurio restante contenido en la mezcla de arena y agua residual es descartado a cualquier cuerpo de agua cerca del campamento minero. Luego la amalgama de oro-mercurio es calentada para purificar el oro. Esto se realiza en un ambiente abierto en donde todo el mercurio presente en la amalgama se libera a la atmósfera como gas $Hg(0)$ o en una retorta en donde parte del mercurio se condensa y recicla. El mercurio también es liberado a la atmósfera cuando el oro es amalgamado nuevamente y quemado al momento de su venta. Se calcula que actualmente se producen 16 toneladas métricas de oro anuales en la región Madre de Dios y que 44.8 toneladas de mercurio se usan anualmente en el proceso de extracción. Tanto la producción de oro como el uso del mercurio han aumentado con el paso de los años y la liberación acumulada de mercurio al medio fluvial durante este periodo ha sido muy grande. La extensa remoción y erosión que ocurre en las áreas de explotación de Madre de Dios es otra fuente de sedimentos al sistema fluvial, proveniente de suelos de tierra firme y zonas inundables, los cuales pueden contener mercurio procedente tanto de las actividades mineras como desde fuentes naturales.

MERCURIO EN EL AGUA

El mercurio es casi inofensivo en el medio acuático hasta que se metila. Las concentraciones de mercurio total (THg) son bastante bajas en la mayor parte de aguas naturales, incluso en aquellas impactadas por la contaminación industrial. Los niveles de THg en los ríos de la Amazonía Central, incluyendo aquellos en donde ocurre intensa explotación de oro (como los ríos Madeira y Tapajos) fluctúan entre 2.9 y 33 ng/L y son considerablemente más bajos que el límite estándar recomendado para agua potable (2000 ng/L, fuente: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). Los datos existentes para la cuenca del río Madre de Dios no son confiables debido a problemas metodológicos.

METILACIÓN DE MERCURIO

El mercurio sólo representa un grave riesgo para la salud cuando se transforma en metil-mercurio, la única forma de mercurio que se bioacumula y biomagnifica de manera eficiente a través de la cadena alimenticia acuática. La metilación de mercurio es un proceso que ocurre principalmente en medios acuáticos anóxicos, en donde las comunidades bacterianas producen un ambiente con altos niveles de carbono orgánico disuelto (COD) y pH bajo. Afortunadamente estas condiciones no son comunes en la cuenca del río Madre de Dios. La zona inundable del río Madre de Dios y de sus tributarios principales es cubierta por agua por breves periodos. Durante estos periodos, la inundación no alcanza grandes niveles de profundidad como para promover la estratificación térmica de la columna de agua y producir condiciones de anoxia. Los niveles de COD de estos ambientes son bastante bajos, y los niveles de pH son altos, lo cual no permiten condiciones para promover la metilación. Los únicos hábitats con condiciones favorables para la metilación de mercurio son los aguajales y los lagos de las praderas altoandinas, en ambos casos, ambientes de aguas negras y ácidas. Así, a pesar del aporte considerable de mercurio en el sistema fluvial en MDD, la cantidad de mercurio que ha sido metilada y bioacumulada en la cadena alimenticia acuática probablemente es baja, si la comparamos con la que es encontrada en tributarios amazónicos de selva baja que tienen mayores áreas de humedales anóxicos.

BIOACUMULACIÓN DE MERCURIO (PECES)

Los mejores bioindicadores de contaminación de mercurio en cadenas alimenticias acuáticas locales son los depredadores acuáticos sedentarios (los que no migran) como el fasaco (*Hoplias malabaricus*), esta especie se distribuye en todo el sistema amazónico y biomagnifican los efectos de contaminación local. Deza-Arroyo (1996) mostró que los fasaco muestreados aguas abajo de importantes zonas mineras en Puerto Maldonado (cuenca de Madre de Dios) presentó niveles de contaminación de mercurio ligeramente más elevados que aquellos del sitio del Manu, el cual es un río con operaciones mineras casi nulas. Sin embargo, los peces provenientes de ambas localidades presentaron niveles de mercurio mucho más bajos que aquellos observados en fasacos procedentes de las partes altas del río Negro en la Amazonia Central en Brasil, un tributario sin actividad minera aurífera significativa. En este caso, los niveles de mercurio más altos reflejan las mejores condiciones para la metilación (altas concentraciones de COD, bajo pH y alta concentración de ambientes acuáticos). Los bajos niveles de contaminación de mercurio observados en los peces depredadores residentes

en la cuenca del MDD, a pesar de los grandes aportes de mercurio antropogénico en esta cuenca, se deben al bajo potencial para la metilación de este sistema, lo cual no significa que no existan peces contaminados en la cuenca del MDD. Muchas especies de peces migratorios depredadores observados en la cuenca del MDD tienen niveles de mercurio por encima de aquellos recomendados aptos para el consumo (0.3 - 0.5 ppm). Dado que estos peces pueden migrar cientos y, en algunos casos, miles de km, no se pueden atribuir directamente que sus elevados niveles de mercurio se deben a las actividades mineras locales en la cuenca MDD.

MERCURIO EN EL CABELLO HUMANO

El nivel de mercurio en el cabello humano es uno de los principales indicadores que refleja una exposición prolongada a al consumo de alimentos contaminados con mercurio. Dos estudios recientes de niveles de mercurio en el cabello de la población de Puerto Maldonado en la cuenca del río MDD encontraron concentraciones de THg promedio que fluctúan entre 1.96 y 2.7 ppm. Un estudio similar en poblaciones habitando áreas mineras en la cuenca del río MDD halló un valor de mercurio promedio en el cabello de 2.67 ppm. Estos niveles son considerados altos en relación con algunos estándares internacionales algo conservadores (por ejemplo, 1 – 2.86 ppm). Sin embargo, son a la vez bastante bajos comparados con aquellos encontrados en poblaciones que consumen pescado de la llanura amazónica (8.98-75.5 ppm). Si bien algunos de estos valores de la Amazonía baja provienen de áreas mineras auríferas, los valores más altos se hallan en tributarios aislados en la parte alta del río Negro, lejos de actividades mineras importantes. Esta variación en la contaminación entre regiones obedece principalmente a diferencias en las condiciones ambientales que condicionan la metilación de mercurio. Entre los sitios estudiados a la fecha, el sistema del río MDD tiene los valores más elevados de pH, escasos hábitats y humedales anóxicos y, en consecuencia, un potencial muy bajo para la metilación de mercurio. Como resultado, posee uno de los niveles más bajos de contaminación humana hasta el momento registrados en la cuenca amazónica.

SALUD HUMANA

Los niveles de mercurio hallados en peces migratorios depredadores en la cuenca del río MDD son elevados y se recomienda restringir el consumo de estas especies, especialmente por niños pequeños y mujeres en edad fértil. La ingesta elevada de mercurio puede retardar significativamente el desarrollo neurológico temprano del feto y de niños de hasta 12 años de edad. Sin embargo, no se recomienda una restricción severa a todo consumo de pescado. Dependiendo del estándar internacional elegido, el promedio de los niveles de mercurio en el cabello de poblaciones de la cuenca del río MDD actualmente están cerca o ligeramente por encima de la concentración de referencia recomendada (1-2.86 ppm). Cabe señalar que estos niveles de referencia son 7-10 veces más bajos que las concentraciones que causan síntomas neurotoxicológicos significativos en la mayoría de poblaciones sensibles y, por lo tanto, son extremadamente conservadores. Es así que en los niveles actuales, es muy poco probable que se presenten síntomas neurológicos significativos en la población de MDD. Los peces son la principal fuente de proteína para muchas comunidades ribereñas y las restricciones severas en el consumo de pescado podrían tener un impacto negativo mucho mayor en el desarrollo neurológico temprano, más que la influencia real del mercurio. A fin de optimizar los resultados en la salud de estas comunidades, se

recomienda un enfoque equilibrado que considere los requisitos nutricionales, disponibilidad de alimentos y los efectos combinados de todos los contaminantes ambientales.

La contaminación de mercurio también puede evaluarse desde un enfoque laboral a partir de los campamentos mineros auríferos ya que los vapores de mercurio liberados durante la quema de amalgama son inhalados por los trabajadores que participan en la extracción de oro, los compradores de oro y sus familias. El mejor indicador de este tipo de contaminación es el nivel de mercurio en la orina. Los análisis de orina en las áreas de explotación de oro de la cuenca del río MDD han mostrado niveles significativos de contaminación en algunas poblaciones (MINSA 2010). Los niveles más altos de contaminación en el aire y la orina se hallaron alrededor de ambientes de quema de amalgama escasamente ventilados. Una mejor ventilación y el uso de retortas eficientes para reciclar el mercurio podrían reducir la contaminación de manera significativa en estas áreas.

IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA

A pesar de que los aportes de mercurio de origen antropogénico en la cuenca del río MDD son muy elevados, los niveles de contaminación en las poblaciones humanas locales y de peces residentes aún son relativamente bajos debido principalmente a la capacidad reducida para la metilación y bioacumulación de mercurio en la mayoría de los ambientes acuáticos. No obstante, aún existe la posibilidad de un problema mayor que no debe ser subestimado. Se recomienda restringir las actividades mineras auríferas cerca de aguajales, lagos en las praderas, y otros ambientes acuáticos que contienen un alto potencial para la metilación de mercurio. Las operaciones mineras en la región Guacamayo ya están impactando algunas zonas de aguajales. Asimismo, hay planes de construir varias centrales hidroeléctricas en la cuenca del río MDD, los reservorios que se construyan van a alterar significativamente la dinámica del mercurio en la región. La vegetación terrestre inundada por estos reservorios generalmente empieza a descomponerse, produciendo un incremento significativo de los niveles de COD y disminución de los niveles de pH y oxígeno disuelto, en comparación con los valores previos al embalse. La estratificación térmica permitirá aislar las zonas más profundas de los reservorios, creando así capas permanentemente anóxicas con condiciones ideales para la metilación del mercurio, lo cual causará un importante incremento en las concentraciones de metil-mercurio del mercurio inorgánico ya almacenado en las zonas mineras que quedarán inundadas. El metil-mercurio generado en este proceso se acumulará gradualmente en la cadena alimenticia del reservorio. Según los resultados provenientes de otros reservorios construidos en regiones tropicales, los niveles de mercurio tienden a incrementarse gradualmente durante los primeros 10 años en peces depredadores y poblaciones humanas que consumen pescado y viven cerca del recién creado reservorio; luego este incremento disminuye progresivamente a sus niveles de pre-embalse. Considerando las grandes cantidades de mercurio antropogénico que actualmente existen en la cuenca del río MDD, se prevé que las concentraciones de mercurio tanto en peces como en poblaciones humanas (cabello) se elevarán significativamente después de creado el reservorio, lo cual representa un grave riesgo para la salud de las poblaciones locales.

Se sugiere citar:

Forsberg, B. 2014. "Procedimiento para la obtención del índice NCG (Nivel de Complejidad de Gestión) para la Cuenca Inambari" Documento de Trabajo # 12. Wildlife Conservation Society, Lima. Perú.