

PRESENCIA DE MERCURIO TOTAL EN HABITANTES DE LOS ASENTAMIENTOS INDÍGENAS EL CASABE, MUNICIPIO AUTÓNOMO RAÚL LEONI Y EL PLOMO, MUNICIPIO AUTÓNOMO MANUEL CARLOS PIAR – ESTADO BOLÍVAR

TOTAL MERCURY IN INHABITANTS OF EL CASABE AND EL PLOMO, TWO INDIGENOUS SETTLEMENTS OF THE AUTONOMOUS MUNICIPALITIES OF RAUL LEONI AND MANUEL CARLOS PIAR, RESPECTIVELY, STATE OF BOLIVAR, VENEZUELA

LUIS ÁLVAREZ; LUIS ROJAS

*Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar
oralva23@cantv.net elgomez@cantv.net*

RESUMEN

El lago de Gurí y sus afluentes los ríos Caroní y Paragua, son reservorios que desde hace algún tiempo recogen los desechos de la minería aurífera, entre ellos el mercurio, con el subsiguiente proceso de bioacumulación de este metal en las especies piscícolas y sus habituales consumidores: los habitantes de los pueblos ribereños. Con el fin de determinar las cantidades de mercurio total en cabello y orina en pobladores de los asentamientos El Casabe y El Plomo, ubicados a orilla de los ríos Paragua y Caroní, respectivamente, se utilizó el método de absorción atómica con vapor frío, resultando que el promedio de mercurio total en cabello fue: $6,481 \pm 3,616 \mu\text{g/g}$ para los habitantes de El Casabe y $5,816 \pm 7,093 \mu\text{g/g}$ para los habitantes de El Plomo, mientras que en la orina los contenidos fueron: $14,153 \pm 14,935 \text{ ng/ml}$ y $6,384 \pm 12,623 \text{ ng/ml}$, respectivamente, no hallando diferencias significativas entre los valores hallados en ambas poblaciones, ni entre los resultados obtenidos en los diferentes grupos etarios pero, al comparar las cantidades obtenidas en cabello, según el sexo o la ocupación de las personas evaluadas, se encontraron diferencias significativas entre las muestras tomadas al grupo femenino en edad reproductiva (12-44 años), respecto a las de sexo masculino ($p < 0,05$), siendo las amas de casa quienes presentaron los niveles más elevados.

PALABRAS CLAVE: Contaminación mercurial, Guayana, cabello, orina, ríos.

ABSTRACT

The Guri Lake and its affluents, the Caroní and Paragua rivers, have been gathering waste from the gold mining industry for years, mercury standing high among the residual pollutants discharged in these reservoirs. The subsequent bioaccumulation of this metal is passed from the river fish to the inhabitants of the riverside villages. Cold-vapor atomic absorption spectrophotometry was used in order to determine total mercury in hair and urine of the villagers of El Casabe and El Plomo, two settlements located along the Paragua and Caroní rivers, respectively. The average total mercury in hair was $6.481 + 3.616 \mu\text{g/g}$ for the inhabitants of El Casabe and $5,816 + 7,093 \mu\text{g/g}$ for those of El Plomo. The urine results were $14.153 + 14.935 \text{ ng/ml}$ and $6.384 + 12.623 \text{ ng/ml}$, respectively, no significant differences existing between both populations or among the different age groups. However, the comparison of mercury concentrations in hair according to sex or occupation yielded significant differences among the samples taken from females of reproductive age (12 – 44 years) relative to those taken from males ($p < 0.05$), homemakers having the highest levels.

KEY WORDS: Mercury contamination, Guayana, hair, urine, rivers.

INTRODUCCIÓN

El mercurio, del latín *hydrargyrum*, único metal líquido a presión y temperatura ambiente, tiene una densidad de $13,546 \text{ gr/ml}$ a 293°K y una presión de vapor a esa temperatura de $1,22 \times 10^{-3} \text{ mm-Hg}$. Actualmente se considera que más del 50% del mercurio que se transfiere

hacia la atmósfera, ríos y lagos ocurre por causas antropogénicas, siendo una de las principales el uso de este metal en el proceso de extracción del oro de aluvión y su posterior separación del metal aurífero mediante calentamiento de la amalgama formada (Malm, 1998). El resto se libera desde las rocas y el suelo por meteorización, evaporación o incendios forestales (PNUMA, 2002).

Fundamentalmente en el medio acuático, el mercurio presente es oxidado a ión mercúrico para luego ser transformado por microorganismos y, en algunos casos, por la acción de agentes químicos, bajo condiciones de pH menor que 7 y suficiente carga orgánica, en compuestos organomercuriales, entre ellos, el metilmercurio Magos, (1973), uno de los seis contaminantes más peligrosos para la vida según el Programa Internacional de Seguridad Química de las Naciones Unidas. El mercurio puede ser incorporado a la cadena trófica y posteriormente llegar hasta las especies piscívoras, en las que alrededor de un 80% es acumulado bajo la forma de metilmercurio (W.H.O., 1990).

El metilmercurio es una sustancia neurotóxica capaz de ocasionar graves daños al organismo, en muchos casos irreversibles como en mujeres embarazadas donde penetra fácilmente las barreras placentaria y hematoencefálica fetal, llegando a concentrarse hasta un 30% del valor total pudiendo ocasionar daños, particularmente al cerebro en génesis con la posterior aparición de malformaciones y retraso en el desarrollo cerebral y neuronal. Estas anomalías se manifiestan luego del parto, con un retardo en el habla y la locomoción. En algunos casos, las madres presentaron pocos o ningún síntoma de la contaminación mercurial, sin embargo, estudios realizados por la W.H.O. en 1990 revelaron diferencias cualitativas y cuantitativas en cuanto a los efectos y dosis de riesgo entre la gestante y el feto.

La presencia de mercurio en varias localidades de Guayana, en concentraciones superiores a lo establecido como límite biológico en el ser humano ($6 \mu\text{g/g}$ en cabello y 25 ng/ml de orina para poblaciones expuestas), es grave y preocupante por las consecuencias que esto pudiera representar en la salud de la población y los diversos ecosistemas de la región (MINPROC, 1991; Pérez, 1996; Álvarez y Rojas, 1999; Berbin *et al.* 2000; Silva *et al.* 2004, Herrero *et al.*, 2004).

El estudio de muestras de cabello tomadas de manera aleatoria en habitantes de la población de La Paragua y de asentamientos indígenas circunvecinos, ubicados en los Municipios Autónomos Raúl Leoni y Manuel C. Piar del estado Bolívar, permitió detectar en cinco casos procedentes del caserío El Casabe, situado a la margen derecha del río Paragua, aproximadamente a 43 km aguas arriba del pueblo de La Paragua, concentraciones de mercurio que superaron los $6 \mu\text{g/g}$ de cabello en personas de sexo femenino en edad reproductiva, consumidoras habituales de especies piscícolas (Álvarez *et al.*, 2001). El mismo trabajo registró una

muestra con elevado contenido mercurial, con idénticas características, en la comunidad indígena de El Plomo, situado a la margen derecha del río Caroní, aguas arriba de su desembocadura en el lago de Guri, a 88 km de El Manteco (Figura 1).

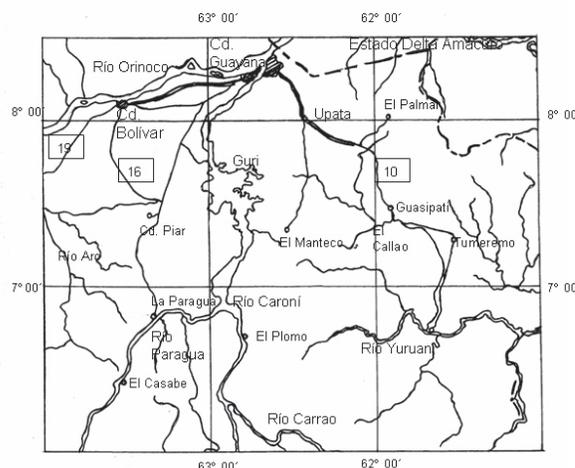


Figura 1: Ubicación de los asentamientos El Casabe y El Plomo

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la cantidad de mercurio total en muestras de cabello y orina provenientes de habitantes de las poblaciones de El Casabe y El Plomo, en cuyas cercanías se practica desde hace algún tiempo la minería aurífera en balsas ubicadas en el cauce de los ríos, además de relacionar los resultados con características demográficas de los individuos estudiados y compararlos a los valores normales citados por organismos internacionales.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en los asentamientos indígenas El Casabe y El Plomo, cuyo universo poblacional es de 177 y 245 personas, respectivamente. De este universo fueron seleccionados por azar, entre los presentes al momento de muestreo, 29 indígenas de El Casabe y 27 de El Plomo, a quienes se les elaboró una encuesta donde se recogieron los datos de ubicación, identificación, edad, sexo, ocupación actual y anterior, tiempo de permanencia en la localidad, procedencia del agua de consumo, especies de pescado ingeridos y su frecuencia, contacto con mercurio, síntomas de enfermedades o signos presentes, número de abortos y malformaciones de la descendencia. Asimismo, en 48 de las 56 personas encuestadas pudo tomarse muestras de cabello desde la raíz con una tijera y en 32 personas muestras de orina de 24 horas.

Las muestras de orina fueron obtenidas por micción en recipientes de Nalguene y rotuladas con los datos del donante. Una vez recolectadas se preservaron según relación 5 ml/100ml de muestra, utilizando solución de 6 ml de ácido nítrico(c) y 0,04 g de dicromato de potasio en un volumen total de 100 ml con agua destilada, para la posterior medición del mercurio. El traslado de las mismas desde el lugar de origen hasta Ciudad Bolívar se realizó en cavas refrigeradas, una vez en el laboratorio fueron congeladas en una nevera, mientras que las muestras de cabello, selladas, fueron mantenidas a temperatura ambiente.

Para la determinación del mercurio total cada muestra de cabello se cortó en pequeños trozos, se pesó entre 0,2 y 0,3 g en un erlenmeyer, para seguidamente añadirle unas gotas de agua destilada, 7 ml de ácido sulfúrico concentrado y 3 ml de ácido nítrico concentrado en un baño de agua con hielo. A continuación la mezcla se sometió a un proceso de digestión ácida mediante agitación por ultrasonido a la temperatura de 60° C durante 90 minutos para continuar calentando en una plancha durante 30 minutos. Luego de enfriar se le agregó permanganato de potasio hasta coloración violeta seguido de 5 ml de cloruro de hidroxilamina al 2% para neutralizar el exceso y finalmente se enrasó con agua destilada hasta 50 ml. De esta solución se tomó una alícuota de 10 ml para el análisis mercurial, usando la técnica de vapor frío en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer "AAAnalyst 100" del Centro de Geociencias de la Universidad de Oriente, utilizando cloruro de estaño dihidratado como reductor. Para el procesamiento de la orina se tomaron alícuotas de 5 ml de cada muestra, los cuales fueron sometidos a la digestión ácida antes descrita. Los ensayos se realizaron por triplicado mientras que el equipo refirió el promedio de tres lecturas.

Los resultados expresados en las tablas corresponden al promedio de las determinaciones analíticas según el número de individuos, rango de mínimo, máximo y la desviación estandar. Otras observaciones se hacen con base en el porcentaje, mientras que los datos obtenidos de las encuestas se representan en diagrama de barras con su respectivo porcentaje. Para el análisis estadístico se hizo la comparación de los promedios mediante el método "t" de Student, mientras que la correlación entre los datos obtenidos de las mediciones se realizó aplicando el test de regresión lineal (Paquete estadístico SPSS 8.0).

RESULTADOS

La muestra estudiada estaba compuesta por 39 mujeres (69,6%) y 17 hombres (30,4%) con edades comprendidas entre 2 y 52 años. El promedio del contenido de mercurio total en cabello, evaluado en 48 personas, fue de 6,107 µg/g con rango entre 0,139 y 26,707 µg/g, siendo en 36 mujeres de 7,227±6,145 µg/g y en 12 hombres de 2,744±2,454 µg/g en 21 muestras proveniente El Casabe, el promedio de mercurio obtenido en cabello fue de 6,481±3,616 µg/g y en 27 de El Plomo de 5,816 ±7,093 µg/g.

En la Tabla 1 se muestra el contenido de mercurio total en cabello con el rango de mínimo, máximo y la desviación estandar correspondiente según el grupo etario. De acuerdo con las cifras obtenidas el mayor número de casos estudiados estuvo comprendido entre 13 y 35 años.

Tabla 1: Contenido de mercurio total en cabello según la edad

Grupo etario	n	Contenido promedio de Hg en cabello (µg/g)	Rango	Desviación estandar
0 - 12	9	4,502	0,429 - 11,931	3,699
13 - 25	14	6,714	0,139 - 17,270	6,072
26 - 35	14	7,292	0,411 - 26,707	7,639
> 36	11	5,138	0,450 - 13,403	4,112
Total	48	6,107	0,139 - 26,707	5,789

La Tabla 2 indica el contenido de mercurio total en cabello en tres grupos de ambas poblaciones, seleccionados según el nivel de riesgo. El primero de ellos está conformado por niños con edades comprendidas entre 0 y 12 años, el segundo por personas de sexo femenino entre 12 y 44 años y un tercer grupo de sexo masculino mayores de 12 años. En el primer grupo se observa un contenido promedio de mercurio total en cabello de 4,502 µg/g, encontrándose además que en tres de las nueve muestras analizadas (33%) el valor estuvo sobre los 6 µg/g y, en los seis restantes (67%) las cifras dieron por debajo del valor límite.

El valor promedio de mercurio en la muestra femenina fue de 7,555 µg/g de cabello; resultando 17 mujeres (54%) sobre el valor límite de 6 µg/g de cabello y el resto, (14) equivalente al 46%, por debajo de dicho valor. En la muestra masculina sólo se observó un individuo (12%) con valores sobre los 6 µg/g.

Tabla 2: Contenido de mercurio total en cabellos dispuestos en grupos

Grupos de riesgo	n	Contenido promedio de Hg en cabello (µg/g)	Rango	Desviación estandar
Niños	9	4,502	0,429 - 11,931	3,699
Mujeres en edad reproductiva	31	7,555	0,139 - 26,707	6,358
Hombres	8	2,300	0,450 - 7,923	2,630
Total	48	6,107	0,139 - 26,707	5,789

Acerca del contenido de mercurio total, según la actividad laboral desempeñada (Tabla 3), se encontró que el grupo representado por las amas de casa tenía el mayor contenido del metal en cabello con respecto al encontrado en los mineros, los agricultores y en otros sectores de la población.

Tabla 3: Contenido de mercurio total en cabello según la actividad laboral

Oficio	n	Contenido promedio de Hg en cabello (µg/g)	Rango	Desviación estandar
Mineros	4	2,875	0,748 - 7,923	3,391
Agricultores	4	1,725	0,450 - 4,614	1,940
Del hogar	29	8,061	0,411 - 26,707	6,262
Otros	11	3,724	0,139 - 11,931	3,735

En la Tabla 4 puede observarse el contenido de mercurio total en orina de 24 horas para cada población, resultando más elevado el promedio de El Casabe. En estos análisis se encontró que sólo en 10% de las personas de sexo femenino el contenido de mercurio estaba sobre el nivel crítico, 25 ng/ml, mientras que dos de los cuatro mineros (50%) presentaron valores sobre ese nivel de referencia.

Tabla 4: Contenido de mercurio total en orina según la localidad

Localidad	N	Contenido promedio de Hg en orina (ng/g)	Rango	Desviación estandar
El Casabe	17	14,153	0 - 46,109	14,935
El Plomo	15	6,384	0 - 45,776	12,623
Total	32	10,511	0 - 46,109	14,234

Al comparar estos resultados con los encontrados en cabello, se observó, en dos de los casos donde se tomaron

muestras tanto de orina como cabello, correspondencia entre niveles altos de mercurio en orina, sobre 25 ng/ml, con niveles altos de mercurio en cabello, sobre los 6 µg/g de cabello. Esta correspondencia se observó también en 13 casos con valores bajos de orina, por debajo de 25 ng/ml, con valores bajos en cabello, por debajo de 6 µg/g, mientras que en 9 casos hubo divergencia en los valores obtenidos (8 con valores altos de mercurio en cabello y bajos en orina y uno con valores altos en orina y bajos en cabello). Si se comparan las cifras de mercurio total en ambas poblaciones se observa que en El Casabe ambos valores, en cabello y en orina, están por encima de los valores obtenidos en El Plomo.

Las Figuras N°2 y N° 3 muestran los resultados de las entrevistas realizadas en 56 personas: 29 de El Casabe y 27 de El Plomo, en los que se refleja la incidencia poblacional de síntomas asociados al hidrargirismo con sus respectivos porcentajes, sin embargo, sería aventurado asociarlos directamente a esta patología pues también son comunes a otras enfermedades propias de la zona, por ejemplo, el paludismo.

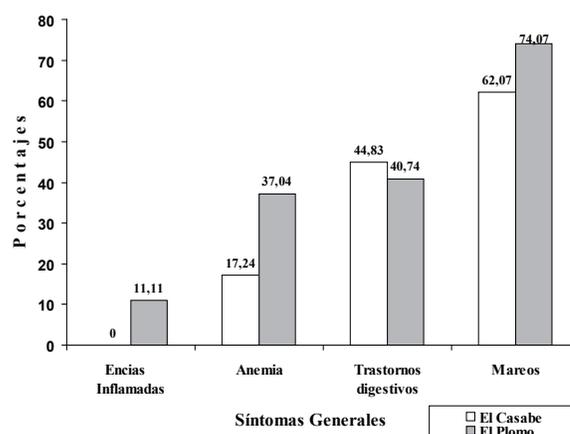


Figura 2: Síntomas generales asociados a la contaminación por mercurio

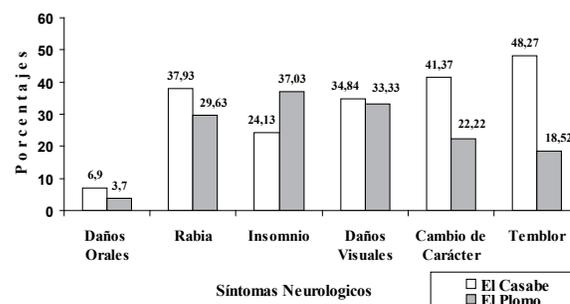


Figura 3: Síntomas neurológicos asociados a la contaminación mercurial

DISCUSIÓN

Los habitantes de los caseríos El Plomo y El Casabe son pemones, la etnia indígena más numerosa de la región Guayana. Ambos asentamientos están ubicados a orillas de grandes ríos: Caroní y Paragua, respectivamente, de los cuales toman sus aguas directamente para el consumo, higiene y preparación de alimentos; asimismo, los hábitos alimenticios de los pobladores dependen en gran medida de los productos de la pesca de subsistencia que en este caso está representada por curvinata (*Plagiosciun squamosissimus*), payara (*Hydrolycus scomberoides*), aimara (*Hoplias macropthalmus*), caribe (*Serrasalmus* sp), mataguaro (*Crenicichla lugubris*), coporo (*Prochilodus rubrotaeniatus*), bagre (*Pimelodella gracilis*) y morocoto (*Piaractus brachipomus*), las cinco primeras especies con alto contenido de mercurio según investigaciones realizadas en la zona por (Briceño 1989, MINPROC 1991 y Pérez 1996).

Los resultados del presente trabajo revelan que el contenido de mercurio total en cabello, en 48 habitantes seleccionados en las poblaciones citadas, varió desde 0,139 $\mu\text{g/g}$ hasta 26,707 $\mu\text{g/g}$, con un promedio de 6,107 $\mu\text{g/g}$ (Tabla 1), cantidad ligeramente superior a lo estimado por la W.H.O. (1990) de 6 $\mu\text{g/g}$, pero muy por encima a las cifras señaladas por esta misma organización para poblaciones no expuestas de 2 $\mu\text{g/g}$. De la comparación estadística de las cifras obtenidas en ambas poblaciones no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los valores hallados en esta investigación no difieren en mucho de los obtenidos en Brasil por diversos investigadores, entre ellos Santos, *et al.* (2003) en poblaciones indígenas consumidoras de pescados situadas en el estado de Rondonia, en las que el rango de contenido de mercurio en cabello estuvo entre 0,52 y 83,89 $\mu\text{g/g}$, Akagi, *et al.* (1995) detectaron valores entre 1,5 y 151,2 $\mu\text{g/g}$ en habitantes ubicados en las riberas del río Tapajos y el lago Tres Bocas, mientras que Sousa y Forsberg (1999) publicaron cifras correspondientes a pobladores del reservorio Balbina (Amazonas Central) con rangos entre 2,63 y 31,56 $\mu\text{g/g}$. En poblaciones de la cuenca del Nanay en Perú, Serrano (2003) encontró niveles entre 1,9 y 2,23 $\mu\text{g/g}$, así como también Olivero y Johnson (2002) citan un valor promedio de 4,91 $\mu\text{g/g}$ en zonas del norte de Colombia. En Guayana, Berbín *et al.* (2000) en muestreo realizado en la población infantil del Bajo Caroní, determinaron cifras de mercurio en cabello que oscilaban entre 1,99 y 8,18 $\mu\text{g/g}$ y Álvarez *et al.* (2001) obtuvieron concentraciones que variaron entre 0,26 y 31,54 $\mu\text{g/g}$ en habitantes de áreas cercanas al lago de Guri.

Al revisar los valores obtenidos y el análisis estadístico realizado se observa que el grupo femenino en edad reproductiva (12 - 44 años) presenta un promedio de contenido mercurial en cabello elevado, con diferencias significativas ($p < 0,05$) en comparación con las del sexo masculino, incluidas, dentro de estos últimos, mineros, hecho que se manifiesta notoriamente en la Tabla 3: de las 29 mujeres muestreadas, 18 (62 %) dieron valores superiores a los 6 $\mu\text{g/g}$. Sobre este particular, los resultados encontrados muestran una tendencia similar a los descritos por Santos *et al.* (2003) en indígenas Pakaánova de Brasil, se asocia esta tendencia con el consumo habitual de pescados contaminados con mercurio que muestran estos sectores de la población, tal como ha sido verificado en ambas investigaciones.

Los resultados de los análisis de orina se ubican por debajo de lo estimado por la W.H.O. de 25 ng/ml para poblaciones expuestas aunque superan ampliamente lo establecido para poblaciones no expuestas de 4 ng/ml . Sólo el 19% de las muestras sobrepasaron el límite superior, lo que pareciera indicar que en los casos estudiados el mercurio metálico es escaso. Sin embargo, en los mineros, quienes manipulan directamente este metal, se detectó un mayor porcentaje. La orina de las poblaciones estudiadas (Tabla 4) no muestran diferencias significativas ($p < 0,05$).

Rodríguez (1990), encontró en más del 50% de la población del Bajo Caroní, cantidades de mercurio sobre los 50 ng/ml de orina. Investigaciones realizadas por Malm *et al.* (1995) en mineros Brasileños, dieron valores en 10 y 1.168 ng/ml de orina con media de 269,42 ng/ml , muy por encima del límite de riesgo profesional sugerido por la W.H.O. de 25 ng/ml de orina. Monteagudo (2002) observó en una población de mineros artesanales de oro, situada en Ayacucho - Perú, valores de orina entre 12,8 ng/ml y 86,4 ng/ml y Barreto (2003) en la ya citada cuenca del Nanay en Perú niveles entre 1,9 ng/ml y 2,23 ng/ml .

En esta investigación, al comparar los resultados, se observa en el 65% de los casos, correspondencia entre los valores de mercurio en orina con los de cabello, aun cuando no pudo establecerse correlación alguna ya que al aplicar el test de regresión lineal el valor obtenido de r fue 0,280.

Al comparar la presencia de abortos, 5 mujeres en El Casabe y 8 en El Plomo, con los valores de contenido de mercurio en cabello, se observa una mayor incidencia de esta patología en mujeres cuyo contenido mercurial superó los 6 $\mu\text{g/g}$, sin detectarse significancia estadística (prueba exacta de Fischer).

CONCLUSIÓN

De los análisis de mercurio realizados en cabello se concluye que el 52,38 % de las muestras provenientes de la población de El Casabe presentaron valores por encima de lo establecido por la W.H.O. de 6 µg/g como valores mínimos de riesgo. En cuanto al asentamiento El Plomo sólo el 37 % de las muestras alcanzaron estos valores, aun cuando es en ésta donde se obtuvieron las cifras más elevadas; 26,707 µg/g, contra 18,015 µg/g determinado en El Casabe. Fue en los agricultores donde se hallaron los valores menores de contenido mercurial, contrastando ello con las amas de casa quienes presentaron las cifras significativamente más altas.

Aunque en ambos asentamientos el contenido de mercurio en orina fue bajo, una mayor proporción de mineros presentaron cifras sobre los valores normales, lo cual refleja la manipulación con el mercurio metálico de estos sectores de la población.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar evaluando el contenido de mercurio en habitantes de las comunidades indígenas, ampliando el horizonte hacia nuevos asentamientos, en especial aquellos cercanos a labores de minería de oro. Asimismo, dados los hábitos de consumo de las poblaciones estudiadas, debe analizarse con más profundidad la cantidad de mercurio y sus compuestos en las especies piscícolas en la zona, sobre todo aquellas que forman parte de la dieta diaria.

AGRADECIMIENTO

Se agradece muy especialmente al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente y a FUNDACITE – Guayana el financiamiento de la investigación realizada. Asimismo, se agradece al personal del Centro de Geociencias de la Universidad de Oriente, lugar donde se hicieron los ensayos analíticos; a los habitantes de los asentamientos indígenas El Casabe y El Plomo, a sus capitanes Sra. Carmen Mejías y Sr. Ramón Efraín Zambrano, así como al Comando de la Guardia Nacional en El Manteco, y a la Dra. Ingrid Cabeza, por su destacada colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAGI, H.; MALM, O.; KINJO, Y.; HARADA, M.; BRANCHES, F.; PFEIFFER, W.; KATO, H. 1995. Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil. *Sci. Total Environ.* 175: 85 – 95.
- ÁLVAREZ, L.; ROJAS L. 1999. Estudio Sobre la Contaminación Mercurial de las localidades Bochinche (Estado Bolívar) y La Planada (Estado Delta Amacuro), Venezuela. *Saber* 2(11): 31 – 35.
- ÁLVAREZ, L.; ROJAS L.; FUENTES N. 2001. Contribución al estudio de la contaminación Mercurial en Algunas Poblaciones Ribereñas del lago de Guri, estado Bolívar. *Resúmenes de ponencias LI Convención Anual de AsoVAC.* p. 91.
- BARRETO, L. 2003. Evolución de la Contaminación por Mercurio en la Cuenca del Nanay – Perú. 05 de febrero 2006. <http://www.ambiente-ecologico.com>.
- BERBÍN, L.; MOHAWECHE, A.; NASSER, Ch. 2000. Contaminación Mercurial. Estudio Epidemiológico y Clínico en la Población Infantil. Sector Bajo Caroní, Estado Bolívar. Trabajo de Pregrado Escuela de Medicina, UDO. Ciudad Bolívar. pp 87.
- BRICEÑO, H. 1989. Contaminación Mercurial del Bajo Caroní. Informe de Empresa Litos, C.A. pp 42.
- HERRERO, N.; PENNA, S.; SUÁREZ, C.; MONTES, M.; RIVAS, C.; HERRERO, Z.; FARIAS, I. 2004. Diagnóstico de contaminación mercurial en la comunidad de Santa María del Vapor, Municipio Sifontes, Estado Bolívar. *Geominas.* 32(35): 59 – 64.
- MAGOS, L. 1973. Mercury and mercurials. *Br. Med. Bull.*,31(3):241-244.
- MALM, O.; CASTRO, M.; BASTOS, W.; BRANCHES, F.; GUIMARAES, J.; ZUFFO C.; PFEIFFER, W. 1995. An Assessment of Hg Pollution in Different Goldmining Areas, Amazon Brazil. *Sci. Total Environ.* 175: 127 – 140.
- MALM, O. 1998. Gold Mining as a Source of Mercury Exposure in the Brazilian Amazon. *Environ. Research Section A.* 77: 73 – 78.
- MINPROC. 1991. Bajo Caroni Project. Final Report to CVG-VPC Minería. Vancouver. BC. pp 300.
- MONTEAGUDO, F. 2002. Evaluación de la Contaminación por Mercurio en Poblaciones de Mineros Artesanales de Oro de la Comunidad de Santa Filomena – Ayacucho – Perú Durante el Periodo agosto 2000 – septiembre 2001. 07 de febrero de 2006. <http://www.sisbib.unmsm.edu.pe>.

- OLIVERO, J.; JOHNSON R. 2002. El Lado Gris de la Minería de Oro: La Contaminación por Mercurio en el Norte de Colombia. 03 de febrero de 2006. <http://www.reactivos.com>.
- PÉREZ, L. 1996. Niveles de mercurio en Peces Comerciales del embalse de Gurí, Venezuela. Resúmenes de ponencias V Seminario Guayanés Sobre Conservación del Ambiente. Puerto Ordaz p 22.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE - PNUMA, 2002. Evaluación Mundial sobre el Mercurio. 20 de febrero de 2005. <http://www.greenfacts.org/>
- RODRÍGUEZ, M.; CARREÑO P.; GARCÍA S. 1990. Contaminación Mercurial en mineros y afines del Bajo Caroni: PLEXUS Medicina Ocupacional. pp 32.
- SANTOS, E.; CÂMARA, V.; BRABO, E.; LOUREIRO, E.; DE JESÚS, I.; FAYAL, K.; SAGICA, F. 2003. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre índios Pakaanóva, Amazônia, Brasil. Cad. Saúde Pública. 19(1):199-206.
- SILVA, M.; ARRIOJAS, S.; CHADI, N.; LORETO, A.; ARREDONDO, I.; MOLINA, E. 2004. Determinación de factores epidemiológicos y clínicos en personas expuestas al mercurio en dos poblaciones del Bajo Caroní, Estado Bolívar, Venezuela (2000 – 2001). Geominas. 32(34): 19 – 22.
- SOUSA, A.; FORSBERG, B. 1999. Mercury contamination in the human population of Balbina Reservoir, Central Amazon, Brasil. In: Mercury as a Global Pollutant – 5th International Conference May 23-28, Rio de Janeiro, Brazil. p 406.
- WHO, 1990. Methylmercury. In: “Environmental Health Criteria 101”. World Health Organisation, Geneva.