



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MERCURIO EN CABELLOS Y  
UÑAS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR PERTENECIENTES A LA  
ESCUELA "ELSA JOSEFINA LUNAR" DE LA LOCALIDAD DE  
GUAYACÁN, ESTADO SUCRE  
(Modalidad: Tesis de Grado)

GABRIELA AYMARA GÓMEZ ROJAS

TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOANÁLISIS

CUMANÁ, 2011

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MERCURIO EN CABELLOS Y  
UÑAS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR PERTENECIENTES A LA  
ESCUELA “ELSA JOSEFINA LUNAR” DE LA LOCALIDAD DE  
GUAYACÁN, ESTADO SUCRE

APROBADO POR:

---

Dra. Mairin Lemus  
Asesor

---

---

## INDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
LISTA DE TABLAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	8
Población y muestra.....	8
Normas de bioética .....	8
Obtención de las muestras .....	8
Determinación de mercurio .....	8
Análisis estadístico .....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	10
CONCLUSIONES .....	18
RECOMENDACIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA .....	20
APÉNDICES .....	1
ANEXOS .....	27
HOJA DE METADATOS .....	31

## DEDICATORIA

A

Dios por darme la oportunidad de lograr esta meta y llevarme de la mano en este largo camino.

Mis padres, por apoyarme en todo momento y confiar en mí, gracias a ellos hoy en día puedo realizar mi sueño, espero que este logro sea para la satisfacción de ellos.

Mi esposo, quien luchó conmigo y me ayudó a superar cada obstáculo encontrado para culminar este sueño, dándome animo con su manera positiva de ver la vida.

Mis hermanas, que son muy especiales para mi y espero de todo corazón que este logro alcanzado sea de ejemplo para ellas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por colocar en mi camino a la Dra. Mairin Lemus, quien me brindó su apoyo y cariño en todo momento, gracias a ella y a todos sus conocimientos, empeño y dedicación se hizo posible la ejecución de este trabajo.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en las uñas, por edades, de las niñas de la Escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	14
Tabla 2. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en las uñas, por edades, de los niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, por edades, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	10
Figura 2. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en las uñas, por edades, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	11
Figura 3. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	12
Figura 4. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en las uñas, de las niñas y niños la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	12
Figura 5. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, por edades, de las niñas de la Escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	14
Figura 6. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, por edades, de los niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	15
Figura 7. Comparación de las concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en cabellos de niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	16
Figura 8. Comparación de las concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en uñas de niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán. ....	17

## RESUMEN

En este estudio se evaluaron las concentraciones de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre. Se analizaron muestras de cabellos y uñas de 90 niños escolares, con edades comprendidas entre 4 y 13 años, masculinos y femeninos. La técnica aplicada para la determinación de mercurio fue la espectroscopía de absorción atómica al vapor frío. Los resultados demostraron que los niveles de mercurio en cabellos no presentaron diferencias significativas en cuanto a la edad de los niños  $Kw= 5,64663$   $p= 0,130124$ , similares resultados fueron obtenidos para uñas  $Kw= 0,903894$   $p= 0,824486$ . Del mismo modo, se pudo observar diferencias no significativas de Hg en cabellos de los niños y niñas en cuanto al sexo, obteniendo para uñas similares resultados. Los valores promedios para cabello fueron de  $0,103 \pm 0,297 \mu\text{g/g}$  y para uñas de  $0,192 \pm 0,663 \mu\text{g/g}$  de tejido, nivel que se encuentra por debajo del señalado por la OMS de  $2 \mu\text{g/g}$  de cabello.

## INTRODUCCIÓN

El mercurio (Hg) constituye un elemento químico con un bajo punto de fusión, siendo el único metal líquido a temperatura ambiente; forma muchos compuestos organometálicos, las uniones del carbono con dicho elemento se consideran estables ya que, no se rompen fácilmente por la acción de ácidos y bases débiles. Este elemento también puede formar sales de cloruros, nitratos y sulfatos. Se une a uno o dos átomos de carbonos formando compuestos de tipo  $\text{RHgX}$ ,  $\text{RHgR}'$ , donde R y R' representan compuestos orgánicos como radicales alquilo, fenilo y metoxietilo y X puede ser uno o varios aniones (OPS, 1978; Morel *et al.*, 1998).

El Hg está presente en rocas (minas de cinabrio) y en la corteza terrestre como constituyente natural. Es liberado a la atmósfera desde los volcanes y al evaporarse desde de los océanos (Jackson, 1997). En la actividad humana, resulta de la movilización de impurezas de materias primas como los combustibles fósiles, en particular el carbón y en menor medida del gas, el petróleo y otros minerales extraídos, tratados y reciclados. Se incluye también la fabricación de productos que contienen mercurio, tales como pinturas, lámparas, termómetros, baterías, fertilizantes y fungicidas; asimismo, los incendios forestales movilizan el mercurio contenido en la vegetación, redistribuyéndolo en la atmósfera en forma de vapor o unido a partículas. Gran parte del mercurio presente en estos momentos en la atmósfera, es el resultado de muchos años de emisiones antropogénicas (Wan *et al.*, 2004).

El metal Hg se ha convertido en uno de los elementos de contaminación más importantes con efectos nocivos en la salud pública, ya que se ha establecido que las personas o poblaciones expuestas a niveles bajos, pueden desarrollar alteraciones en las funciones del sistema nervioso, el cual es especialmente

sensible al metilmercurio, con consecuencias neuro fisiológicas particularmente en el desarrollo de los fetos y niños pequeños (Lebel *et al.*, 1996).

La contaminación causada por este metal, es generada a través de procesos de industrialización o procesos naturales y constituye uno de los problemas ambientales más críticos en la actualidad, debido a su alta toxicidad, persistencia y capacidad de bioacumulación y bioconcentración (también conocida como biomagnificación). En los ambientes contaminados por metales pesados se altera la capacidad de supervivencia de los organismos, lo que afecta la dinámica poblacional de las especies y por tanto, la estructura y función del ecosistema (Capó, 2002).

Los metales pesados agrupan elementos químicos, como cadmio y mercurio, principales contaminantes dentro de este grupo, además de otros como cromo, cobalto, cobre, molibdeno, níquel, plomo, estaño, titanio, vanadio, zinc o plata. Éstos constituyen un riesgo serio para el medio ambiente, ya que tienen gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación, por tanto los seres vivos son incapaces de metabolizarlos, generándose una contaminación por bioacumulación y biomagnificación, debido a su acumulación en las cadenas alimenticias. Alcanzan niveles altos de toxicidad y se absorben muy eficientemente, a través de las membranas biológicas por la elevada afinidad química del grupo sulfidrilo de las proteínas (Mancera y Álvarez, 2006).

Cuando el mercurio llega al ambiente, a través de procesos de industrialización o procesos naturales, es transformado a metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ). La diferencia entre el mercurio simple y el metilmercurio consiste en que la segunda molécula como forma orgánica, se acumula en el organismo, especialmente en el sistema nervioso. Este proceso de transformación a mercurio orgánico se denomina metilación. El metilmercurio, al igual que otros compuestos organometálicos, es

liposoluble y en consecuencia, presenta elevada toxicidad, puesto que puede atravesar fácilmente las membranas biológicas y en particular, la piel (Díaz *et al.*, 2005).

Debido a que el metilmercurio se encuentra en forma natural en el ambiente, los seres vivos están expuestos a niveles bajos del mismo en el aire, agua y alimentos. La exposición al metilmercurio es particularmente peligrosa para los niños y mujeres embarazadas, lo cual ha generado un problema que llama la atención a las personas relacionadas con el área de la salud. Los niños pueden presentar múltiples fuentes de exposición que van a afectar, directamente su desarrollo, estas posibilidades se incluyen desde el momento de la gestación si las madres se encuentran contaminadas por el metal, el cual puede alcanzar al feto a través de la placenta y más tarde por la leche materna, pues el metilmercurio atraviesa la placenta y se deposita en el embrión, principalmente en el cerebro, aún en mayor concentración que en las madres (Elghany *et al.*, 1998). En los niños, durante los primeros años de vida, el cerebro sigue en desarrollo y absorbe metilmercurio rápidamente así, los niños afectados pueden parecer completamente normales, pero van desarrollando deficiencias neurológicas una vez madurado el sistema nervioso central (Weihe *et al.*, 2003).

Otras fuentes de exposición al metilmercurio, que pueden afectar a los niños en la medida que se desarrollan, son las amalgamas en los dientes (Sandana, 1996), las vacunas, elaboradas con timerosal (una sal de mercurio) utilizada como preservante (Zambrano, 2004), los accidentes con termómetros de bulbo (Hudson *et al.*, 1987) y la ingesta de productos alimenticios con rastros de metilmercurio, el cual es absorbido más fácilmente por el tracto digestivo y está es la principal forma de mercurio encontrada en los peces y otros animales marinos (Mahaffey *et al.*, 2004).

El metilmercurio causa en los niños efectos nocivos en el sistema nervioso central, que pueden ser irreversibles en los casos crónicos; también produce tos, dolores en el pecho, náuseas, vómitos, cambios en la visión, alteraciones sensoriales en los brazos y piernas, alteraciones cognitivas, erupciones en la piel, pérdida de la masa muscular, diarrea, problemas de atención, memoria y lenguaje. La mayoría de los efectos del metilmercurio, que resultan de exposición prolongada a niveles bajos son reversibles, una vez que termine la exposición y el metilmercurio es excretado del cuerpo (Clarkson, 2002).

La Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 2005) considera que el mercurio es uno de los elementos más peligrosos, es decir, que es muy perjudicial aún en pequeñas cantidades. Sin embargo, en algunos países de América Latina, es común la práctica de la extracción de oro, donde los niños participan activamente, recolectan partículas de oro que están contenidas en la arena, lavan dichas partículas, luego son amalgamadas con mercurio, después usualmente en las casas son quemadas para separar el oro. La exposición infantil al mercurio ocurre en 3 etapas, durante el lavado del oro en el río contaminado, al fabricar la amalgama y durante el proceso de quemado (Harari *et al.*, 1997; Counter *et al.*, 2005).

Existen antecedentes por contaminación de metilmercurio muy relevantes, que han sido responsables de innumerables situaciones de impacto sobre el ecosistema acuático y la salud pública en general, como lo ocurrido en la bahía de Minamata, donde se originó la conocida enfermedad de minamata; síndrome neurológico grave y permanente causado por un envenenamiento con metilmercurio. En esta ciudad en la década de los años 50, 121 personas fueron intoxicadas con metilmercurio, 46 de las cuales fallecieron; luego se estableció una relación entre la naturaleza de la enfermedad y la ingesta de pescado, así como también se determinó que el pescado fue contaminado producto de la descarga de desechos de fábricas que utilizaban cloruro

mercúrico como catalizador en la manufactura de vinil cloruro y acetaldehído (Berglund, 1971).

En Venezuela, la contaminación por metales pesados está relacionada con el desarrollo de la industria siderúrgica y petrolera, así como a la explotación indiscriminada de otros metales como el oro (Salazar, 2009). A pesar de que,

existen leyes que regulan la concentración de elementos metálicos en los cuerpos de agua y en los organismos, el aumento de las concentraciones ambientales de metales pesados producto de la actividad antropogénica se ha convertido en un problema (Gaceta oficial No 5021, Decreto 883,1995), que ha dado lugar a una contaminación mercurial, con elevados niveles en los ríos Orinoco y Caroní derivados de la extracción de oro, lo que ha incrementado los niveles de este metal en peces (Laya, 1992). Estos ríos descargan sus aguas en el Mar Caribe y es posible que, este metal se desplace a lo largo de las costas del Estado Sucre debido a las corrientes marinas que prevalecen en la zona (Rojas *et al.*, 2002). No obstante, el mercurio puede también provenir de las precipitaciones y escorrentía pluviales, que tiene gran influencia en la depositación de este metal (García *et al.*, 2006). Debido a la gran toxicidad que posee el mercurio, se han generado efectos significativos en poblaciones humanas a través de la biomagnificación, representando un problema ambiental (Carrasquero *et al.*, 2006). Este elemento entra en el ecosistema derivado de las precipitaciones a través de los ríos, donde se disuelve y asocia a partículas pequeñas en la columna de agua (Martínez *et al.*, 2006), con lo que pasa a estar disponible en el alimento en suspensión para los organismos filtradores, particularmente los bivalvos.

Un estudio realizado por Rojas *et al.*, (2009), en la costa norte del Estado Sucre, Venezuela, demostró la presencia y el incremento de la concentración de mercurio en los tejidos blandos de mejillones verdes *Perna viridis*, procedentes de las penínsulas de Araya (Chacopata) y Paria (Río Caribe); por tanto, esta región actualmente ha visto incrementada la bioacumulación por

este metal en *P. viridis*, bivalvo de alto consumo en la región oriental y Venezuela.

Por otra parte, el cabello humano es un excelente indicador de la intoxicación crónica con mercurio debido a que el metal se acumula en las proteínas del mismo; por tal razón ha sido ampliamente utilizado como bioindicador de la exposición a este metal (WHO,1990). De este modo, se ha establecido que

las concentraciones de mercurio en el cabello y la sangre son los mejores indicadores del contenido de mercurio en el cerebro y otros depósitos. En la exposición crónica, el nivel de mercurio en cabellos está bien correlacionado con las concentraciones de mercurio en órganos internos como cerebro, hígado, riñón y sangre (Matsubara y Machida, 1985; Zhuang *et al.*, 1990, Suzuki *et al.*, 1993). El nivel de mercurio en cabellos es mayor al de otros tejidos. Comparando la concentración de mercurio en sangre y en cabellos, esta última es de 200 a 300 veces superior (Skerfving, 1974; Hansen, 1983; Katz y Katz, 1992). Las uñas al igual que los cabellos, durante su crecimiento, acumulan el mercurio presente en la sangre o en otros líquidos extracelulares, lo que justifica su utilización como marcador de exposición a largo plazo (Garland *et al.*, 1993). Estos mismos autores, en varios estudios epidemiológicos, observaron una alta correlación entre el nivel de mercurio en las uñas de los pies y la ingesta de pescado. Las uñas de los pies, según estos autores, son de más fácil recolección y conservación que las muestras de sangre, y están menos expuestas a contaminación que los cabellos y que las uñas de las manos.

En un estudio realizado en Cumaná, Venezuela, acerca del contenido de mercurio en el cabello de 135 individuos (65 varones y 70 hembras) con edades entre 6 y 61 años, determinado por espectrofotometría de absorción atómica al vapor en frío, se obtuvo una concentración promedio de mercurio en el cabello de  $2,01 \pm 0,51$   $\mu\text{g/g}$ , con un intervalo de 0,42 a 6,08  $\mu\text{g/g}$ , encontrándose

diferencias no significativas de mercurio entre varones y hembras (Shrestha y Fornerino, 1987).

El mayor efecto de la contaminación ambiental por mercurio se produce a nivel acuático, cuando éste entra en la cadena alimenticia, contaminando peces y otros animales marinos, a través de los lagos, ríos y océanos. En vista del problemática que representa la exposición al mercurio y el consumo del mismo a través de alimentos marinos contaminados, surgió la necesidad

de realizar esta investigación, la cual tiene como objetivo general determinar la concentración de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre.

## **METODOLOGÍA**

### **Población y muestra**

Para el desarrollo de la presente investigación se analizaron muestras de cabellos y uñas de 90 niños escolares, con edades comprendidas entre 4 y 13 años, masculinos y femeninos. Las muestras fueron recolectadas en las Jornadas Comunitarias del Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán Universidad de Oriente, en la localidad de Guayacán, estado Sucre, durante el mes de abril del año 2011. La obtención de los datos personales, clínicos e información general, se obtuvo mediante una encuesta realizada a cada niño con la autorización de su representante (Anexo 1).

### **Normas de bioética**

La presente investigación se llevó a cabo tomando en cuenta el criterio de ética establecido por la Organización Panamericana de la Salud (1993) en su artículo 46, número 6. A los individuos seleccionados se les informó sobre los alcances y objetivos de la presente investigación, así como de las ventajas de su inclusión en las mismas, solicitándoles la firma de la declaración del consentimiento válido, la cual especificaba su aceptación voluntaria para formar parte de la investigación (Anexo 2).

### **Obtención de las muestras**

A cada niño seleccionado se le cortaron cabellos y uñas, para obtener muestras, las cuales fueron colocadas en viales de polietileno, para el traslado al laboratorio y posterior análisis.

### **Determinación de mercurio**

Para la detección y cuantificación del mercurio se determinó el peso seco de cada muestra de uñas y cabellos. Posteriormente, a cada muestra se le agregaron 5 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) concentrado, luego se colocó en

un matraz erlenmeyer con un embudo en la parte posterior para impedir la pérdida de muestra y se dejó en digestión durante una noche a temperatura ambiente. Posteriormente, la muestra fue digerida en un bloque de calentamiento a 60°C durante 1 h; luego la temperatura se aumentó progresivamente hasta mantenerla en 100°C durante 3 h. Después se adicionaron a la muestra 2,5 ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado y 1,0 ml de ácido clorhídrico (HCl) concentrado para continuar la digestión durante 3 h más. Luego de la digestión, la muestra se enfrió y filtró a través de un papel de filtro Whatman N°42. Una vez filtrada, se le añadieron algunas gotas de permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>) al 5% m/v libre de mercurio hasta observar una coloración rosada permanente. El exceso de KMnO<sub>4</sub> se tituló con clorhidrato de hidroxilamina al 5% m/v. Posteriormente, las muestras fueron aforadas a 25 ml y se guardaron en refrigeración a 4°C hasta que se analizaron por espectroscopía de absorción atómica por vapor frío (Perkín Elmer 3110) acoplado a un sistema mercurio-hidruro (Perkín Elmer MSH-10). (Rojas *et al.*, 2009).

### **Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron sometidos a una prueba de *t*-student previa determinación de homogeneidad de varianzas. Además se aplicó una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Kw), con un nivel mínimo de confiabilidad del 95%, para determinar si existían diferencias entre las concentraciones de mercurio en cabellos de niños y niñas con los grupos etarios establecidos. Ésto mismo se aplicó para evaluar la concentración de mercurio en uñas. Los resultados fueron expresados en gráficos de caja y bigote, los cuales expresan la muesca de la mediana y el rango de los datos (Sokal y Rohlf, 1989).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico para la concentración de mercurio en el cabello, de acuerdo a la edad, de las niñas y niños escolares demostró que no existen diferencias significativas entre todos los grupos etarios ( $p > 0,05$ ), (Figura 1). La concentración máxima reportada fue de  $0,16 \pm 0,17$ , para los niños con edades comprendidas entre 1 y 3 años, mientras que los de mayor edad 10 a 12 años presentaron un valor promedio de  $0,07 \pm 0,09$ .

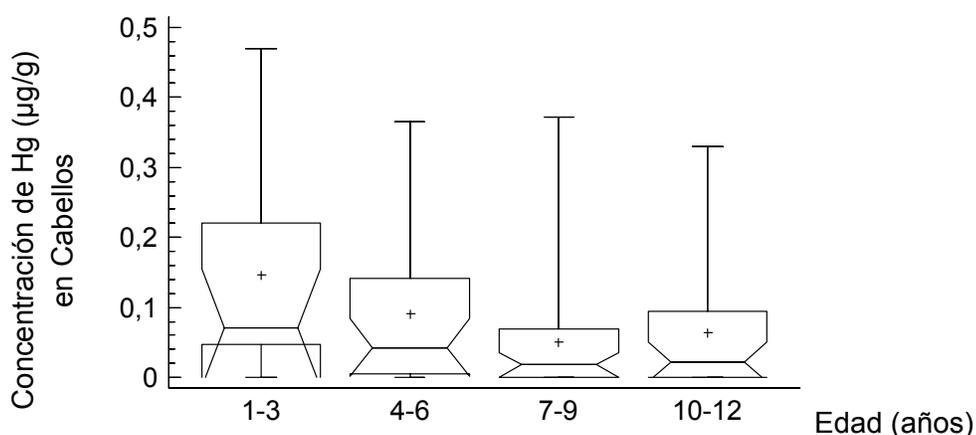


Figura 1. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, por edades, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

Estos resultados tienen similitud con los encontrados en 1987, en un trabajo de investigación pionero en la ciudad de Cumaná realizado por Shrestha y Fornerino, en cual señalaron concentraciones de  $2,0 \pm 0,5 \mu\text{g/g}$  ( $0,4$  a  $6,1 \mu\text{g/g}$ ) en el cabello de 135 individuos, (65 varones y 70 hembras) con edades entre 6 y 61 años, demostrando que estos valores se encontraban por debajo del nivel de riesgo de exposición (WHO, 1990). No obstante, estos autores no hacen referencias a las posibles fuentes de origen. Sin embargo, es bien conocida la relación positiva que existe entre el contenido de mercurio en el pelo y el consumo de productos marinos (Morrissette *et al.*, 2004)

En los resultados obtenidos en el presente estudio en relación a la

concentración de mercurio en uñas de acuerdo a la edad, de las niñas y niños escolares, tampoco se encontraron diferencias significativas (Figura 2), los valores obtenidos fueron mayores a los de cabello, con un máximo valor promedio de  $0,22 \pm 0,59$  en los niños de 7 a 9 años.

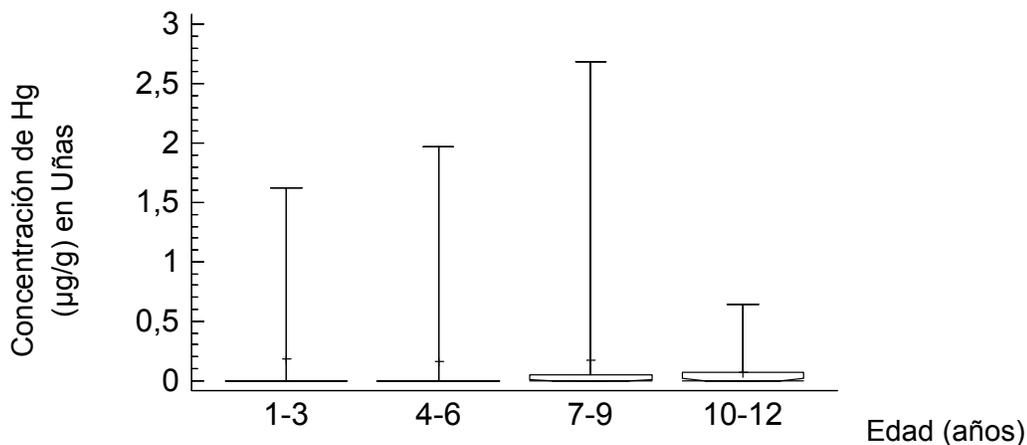


Figura 2. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en las uñas, por edades, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

De igual manera Batista, *et al.* (1996), reportaron que los niveles de mercurio en el cabello no muestran diferencias significativas en cuanto a la edad. A diferencia de lo reportado en un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud, donde se señala que los niveles de mercurio aumentan con la edad (WHO, 1999).

Un niño pequeño no puede tolerar tanto mercurio como un adulto. Las altas concentraciones de mercurio pueden dañar de forma permanente el sistema nervioso central y posiblemente al sistema cardiovascular. El mercurio puede dañar el cerebro que apenas empieza a crecer. El cerebro de un niño crece con rapidez y es más sensible a los efectos del mercurio. Esto también puede afectar la habilidad que el niño tiene para aprender (Kent, 1998).

Al realizar el análisis de varianza de una vía, tampoco se determinaron

diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en mercurio de cabellos en cuanto al sexo, (Figura 3), obteniendo similares resultados para uñas, (Figura 4).

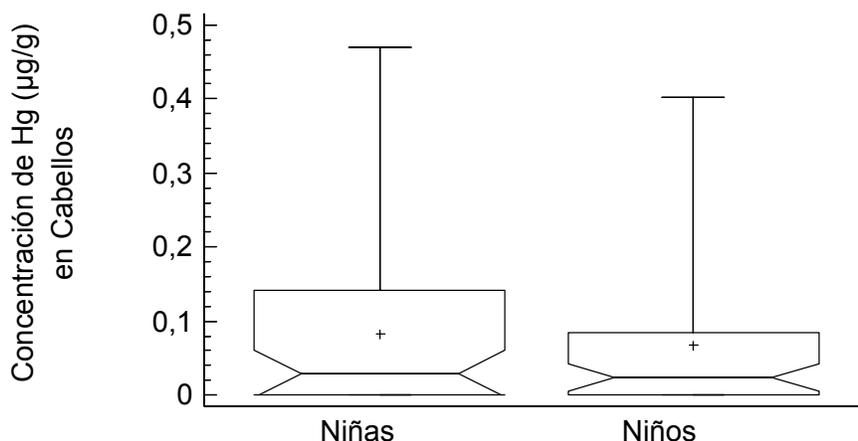


Figura 3. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

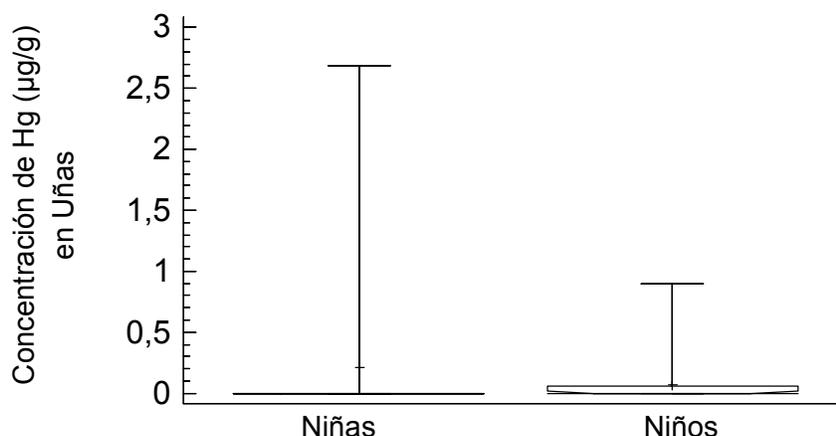


Figura 4. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en las uñas, de las niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

A diferencia de lo reportado por Becker *et al.* (2002), quienes encontraron mayores concentraciones de mercurio en varones que en las hembras. No obstante Pereira y Araujo (1996), no encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al sexo, al igual que Rogers *et al.* (2007) quienes evaluaron los niveles de mercurio en orina en niños de la ciudad de Nueva

York, estos autores señalaron que para todos los grupos estudiados el sexo de los niños no se correlacionaba con los niveles de mercurio en la orina.

La comunidad de Guayacán se caracteriza por consumir alimentos provenientes del mar y a pesar de esto ningún síntoma de intoxicación por mercurio fue evidenciado, en la población estudiada, aún cuando en las costas de la ciudad de Cumaná, Shrestha *et al.* (1988) encontraron varias especies de peces con concentraciones de mercurio permisibles, aunque por encima de 0,010 µg/g, registrándose los valores más elevados en la lisa (*Mugil curema*) y el tajalí (*Trichiurus lepturus*) con 0,048 µg/g y 0,190 µg/g, respectivamente. Adicionalmente, Marcano y Troconi (2001), señalaron que algunas especies de peces recolectadas en esta zona muestran promedios de  $0,56 \pm 0,31$  µg de Hg y  $0,40 \pm 0,79$  µg de Hg, superiores a los valores recomendado para el consumo humano (0,5 µg de Hg/g) (WHO, 1990).

Es posible que la cantidad de mercurio reportado en los peces de las costas de la ciudad de Cumaná no sea tan elevada que indique un riesgo para la salud de los consumidores y por lo tanto no se observan diferencias significativas en las concentraciones de mercurio en los niños. Esto demuestra que no existe incorporación de mercurio en estos niños, cuyos alimentos son principalmente productos marinos.

En cuanto a las concentraciones de mercurio en las uñas de las niñas, no se observaron diferencias significativas (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en las uñas, por edades, de las niñas de la Escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

Niñas (edades)	X ± DE	Mínimo	Máximo	Kw
1-3	0,32 ± 0,72	0,00	1,16	0,02**
4-6	0,23 ± 0,58	0,00	1,97	
7-9	0,45 ± 0,95	0,00	2,68	
10-12	0,08 ± 0,20	0,00	0,64	

x: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*\*: no existen diferencias significativas. Kw= 0,0266516, p>0,05.

Los resultados del presente trabajo muestran zonas de mayor concentración de Hg en uñas fundamentalmente en las niñas que presentaron un valor promedio de  $0,26 \pm 0,63 \mu\text{g/g}$ .

En relación a las concentraciones de mercurio en cabellos de las niñas, tampoco se observaron diferencias significativas (Figura 5).

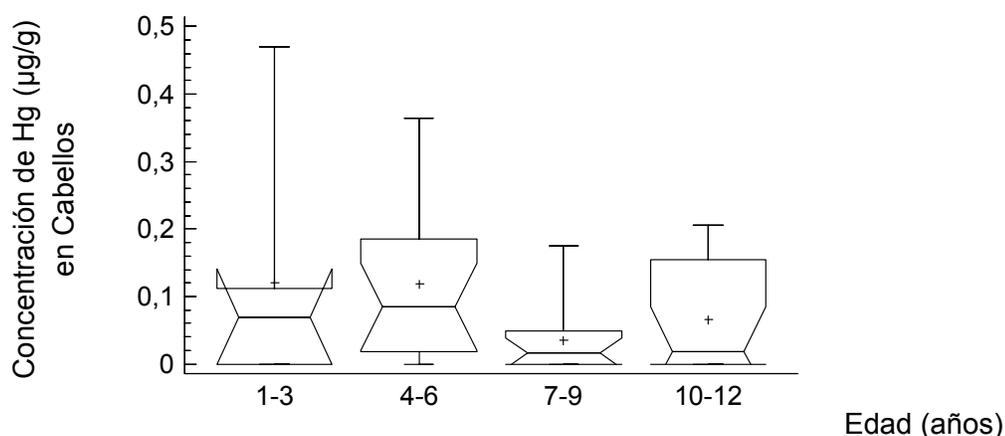


Figura 5. Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en el cabello, por edades, de las niñas de la Escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán

Así mismo, no se observaron diferencias significativas en las concentraciones de mercurio de uñas de los niños (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en las uñas, por edades, de los niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

Niños (edades)	X ± DE	Mínimo	Máximo	Kw
1-3	0,05 ± 0,10	0,00	0,20	4,57**
4-6	0,15 ± 0,34	0,00	0,76	
7-9	0,10 ± 0,22	0,00	0,89	
10-12	0,06 ± 0,11	0,00	0,37	

x: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*\*: no existen diferencias significativas. Kw= 4,57624, p>0,05.

Aunque la etapa infantil es especialmente vulnerable a la exposición de mercurio. Según estudios realizados por Davison *et al.* (2004), los efectos sobre el niño pueden ser sutiles o más pronunciados, dependiendo de la magnitud de exposición del niño (Dorea et al., 2003).

Con respecto a la concentración de mercurio en el cabello de los niños, no se observaron diferencias significativas (Figura 6).

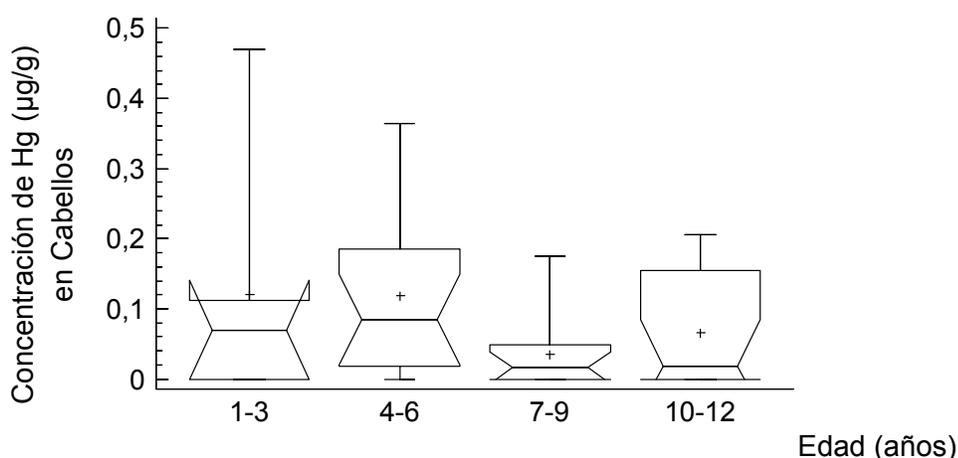


Figura 6. Concentraciones de mercurio (µg/g) en el cabello, por edades, de los niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

Estos resultados tienen similitud a los obtenidos en un estudio realizado por Agreda *et al.* (2008), donde determinaron niveles de mercurio en orina, arrojando los siguientes resultados: para niñas 1,22 µg/l ± 1,31 µg/g y para los

niños un promedio de  $1,15 \mu\text{g/l} \pm 1,13 \mu\text{g/g}$ , encontrando diferencias no significativas entre ambos sexos.

El análisis estadístico *t* (de student) aplicado a las varianzas homogéneas, determinó que no existen diferencias entre las concentraciones de mercurio, en los cabellos de las niñas y niños (Figura 7), esto mismo se pudo observar en las uñas (Figura 8).

En el trabajo realizado, los valores promedios obtenidos para cabello fueron de  $0,103 \pm 0,297 \mu\text{g/g}$  y para uñas de  $0,192 \pm 0,663 \mu\text{g/g}$  de tejido, nivel que se encuentra por debajo del señalado por la Organización Mundial de la Salud, el cual es de  $2 \mu\text{g/g}$  de cabello. Indicando de este modo que las concentraciones de mercurio determinadas en el presente estudio,

no alcanzaron niveles de toxicidad, como para desarrollar en los niños síntomas característicos de intoxicación por este metal.

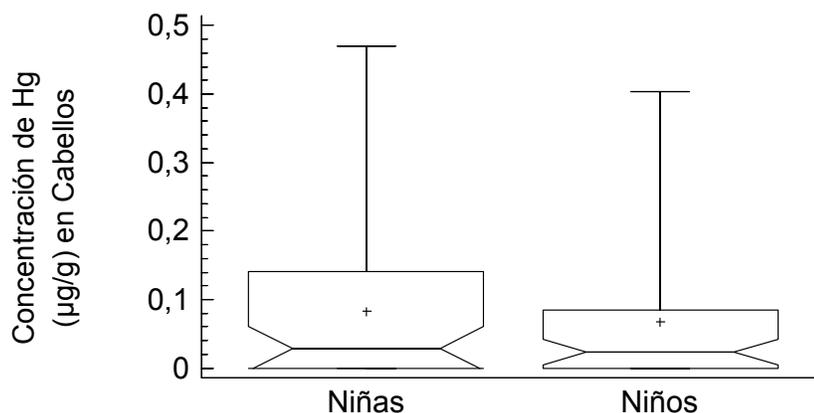


Figura 7. Comparación de las concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en cabellos de niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

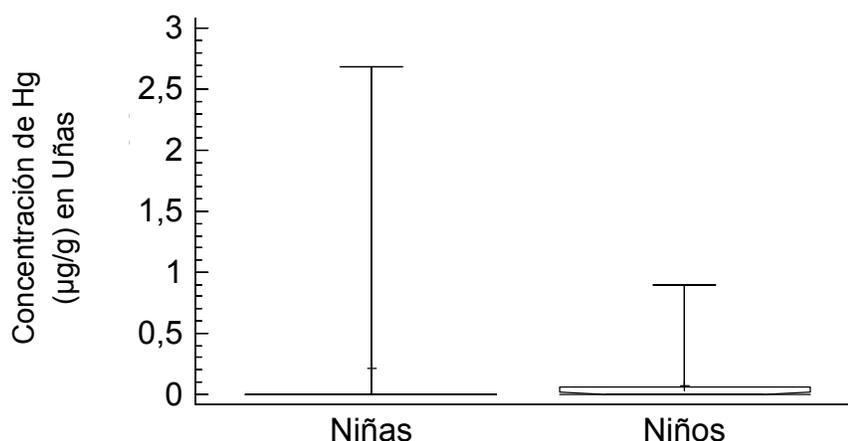


Figura 8. Comparación de las concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/g}$ ) en uñas de niñas y niños de la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede evidenciar que los niños de la comunidad de Guayacán no presentan riesgo alguno en relación a la concentración de Hg en cabellos y uñas, con valores que se encuentran muy por debajo de los valores de riesgo. Sin embargo en los valores encontrados se obtuvo un máximo de  $2,80 \mu\text{g/g}$  lo que sugiere que posiblemente exista

alguna relación entre este valor y el consumo de pescados o moluscos. Este trabajo representa un valioso aporte al conocimiento de Hg en comunidades de pescadores y permite indicar la ausencia de este metal producto de alimentos de los pobladores.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados demostraron que los niveles de mercurio en el cabello no presentaron diferencias significativas en cuanto a la edad y el sexo de los niños y niñas, de igual manera se pudo evidenciar en la uñas.

En los niños y niñas no se observaron síntomas de intoxicación, aún cuando en las costas de la región donde hacen vida, se ha determinado niveles de mercurio en algunos de los peces y bivalvos que consumen.

Los niveles de mercurio determinados en dichas costas no son suficientemente tóxicos, como para acumularse en la población que los consume.

## **RECOMENDACIONES**

Seguir evaluando la población de Guayacán y otras comunidades de pescadores, debido a que se ha determinado previamente niveles de mercurio en algunos de los alimentos que consumen y aunque en el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas, es necesario monitorear las poblaciones, debido a que el mercurio puede acumularse y perdurar por muchos años.

## BIBLIOGRAFÍA

Agreda, O.; Pieters, M. y Seijas, D. 2008. Niveles basales de mercurio en orina en escolares del Municipio San Diego, Edo. Carabobo. Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. *Gac. Méd. Ccs.*, 116: 212-218.

Batista, J.; Schuhmacher, M.; Domingo, J. y Corbella, J. 1996. Mercury in hair for a child population from tarragona province, spain. *Sci. Total Environ.*, 193: 143-148.

Becker, K.; Kaus, S.; Krause, C.; Lepom, P.; Schulz, C.; Seiwert, M. y Seifert, B. 2002. German environmental survey 1998 (GerES environmental pollutants in blood of the German population. International. *Environ. Health Perspect.*, 4: 297-308.

Berglund, F. 1971 Methylmercury in fish, a toxicologic-epidemiologic evaluation of risks. *Nord. Hyg. Tidskr.*, 4: 5-8.

Capó, M. 2002. *Principios de ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente*. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill. España.

Carrasquero, A. 2006. Mercury contamination of workers of gold processing centers at El Callao, Venezuela. *J. Argent. Chem. Soc.*, 94: 91-100.

Clarkson, T. 2002. The three modern faces of mercury. *Environ. Health Perspect.*, 110: 11-23.

Counter, A.; Buchanan, L. y Ortega, F. 2005. Mercury levels in urine and hair of children in an Andean goldmining settlement. *J. Occup. Environ. Health*, 11: 132-137.

Davidson, P.; Myers, G. y Weiss, B. 2004. Mercury exposure and children development outcomes. *Pediatrics*, 113: 1023-1029.

Decreto 883. Gaceta Oficial de la República de Venezuela (1995). Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos No 5,021. Extraordinario.

Díaz, C.; Bustos, M. y Espinosa, A. 2005. *Pruebas de toxicidad acuática: fundamentos y métodos*. Quinta edición. Editorial Médica Internacional. Santa fe de Bogotá.

- Dorea, J.; Barbosa, A.; Ferrari, I. y De Souza, J. 2003. Fish consumption hair mercury and nutritional status of Amazonian Amer-India children. *Rev. Environ. Toxicol.*, 6: 63-70.
- Elghany, N.; Stopford, W.; Bunn, W. y Fleming, L. 1998 Occupational exposure to inorganic Hg vapor and reproductive outcomes. *Occup. Med.*, 48: 207-208.
- García, A.; Contreras, F.; Adams, M. y Santos, F. 2006. Atmospheric mercury emissions from polluted gold mining areas. *Environ. Geochem. Health*, 28: 529-540.
- Garland, M.; Morris, J.; Rosner, B.; Stampfer, M.; Spate, V.; Baskett, C.; Willett, W. y Hunter, D. 1993. Toenail trace element levels as biomarkers: reproducibility over a 6-year period. *Am. J. Ind. Med.*, 2:493-497.
- Hansen, J.; Wulf, H.; Kromann, N. y Alboge, K. 1983. Human exposure to heavy metals in East Greenland. I Mercury. *Sci.Total Environ.*, 26: 233-243.
- Harari, R.; Forastiere, F. y Axelson, O. 1997 Unacceptable "occupational" exposure to toxic agents among children in Ecuador. *Am. J. Ind. Med.*, 32: 185-189.
- Hudson, P.; Vogt, R.; Brondum, J.; Witherell, L.; Myers, G. y Paschal, D. 1987 Elemental mercury exposure among children of thermometer plant workers. *Pediatrics*, 79: 935-938.
- Jackson, T. 1997. Lon-range atmospheric transport of mercury to ecosystems, and the importance of anthropogenic emissions a critical review and evaluation of the published evidence. *Environ. Rev.*, 5: 99-120.
- Katz, S y Katz, R. 1992. Use of hair analysis for evaluation mercury intoxication of the human body: a review. *Human. Exp. Toxicol.*, 12:79-84.
- Kent, C. 1998. Basisc of toxicology: preserving the legacy. New York: John Wiley and Sons, Inc. *Environ. Rev.*, 14: 85-92.
- Laya, W. 1992. Determinación de contenido mercurial en tejidos de peces, sedimentos y agua del bajo Caroní y zona de confluencia con el río Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología Universidad de Oriente, Venezuela.
- Lebel, J.; Mergler, D. y Lucotte, M. 1996. Evidence of early nervous systems dysfunction in Amazonian populations exposed to low-levels of methylmercury. *Neurotoxic. Rev.*, 17: 157-168.

Mahaffey, K.; Clickner, R. y Bodurow, C. 2004. Blood organic mercury intake: national health and nutrition examination survey, 1999 and 2000. *Environ. Health Persp.*, 112: 5-16.

Mancera, N. y Álvarez, R. 2006. Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, 1: 3-23.

Marcano, V. y Troconi, A. 2001. Evaluación del contenido de mercurio en el pescado expendido en la ciudad de Mérida, Venezuela. *Rev. Ecol. Lat. Am.*, 8: 15-14.

Martínez, G.; Sénior, W. y Márquez, A. 2006. Heavy metal speciation in the surface water dissolved fraction of the low watershed and plume of the Manzanares river, Sucre state, Venezuela. *Cienc. Mar.*, 32: 229-237.

Matsubara, J. y Machida, K. 1985. Significance of elemental analysis of hair as a means of detecting environmental pollution. *Environ. Rev.*, 38: 225-238.

Morrisette, J.; Takser, L.; Amour, G.; Smargaiassi, A.; Lafond, J. y Mergler, D. 2004. Temporal variation of blood and hair levels in pregnancy in relation to fish consumption history in a population living along the St. Lawrence river. *Environ. Rev.*, 95: 363-374.

Morel, F.; Kraepiel, A. y Amyot, M. 1998 The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 29: 543-566.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 1978. Propiedades y métodos analíticos, criterios de salud ambiental. Organización Panamericana de la Salud, N<sup>o</sup>. 362.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 1993. Normas de éticas internacionales para la investigación biomédica con sujetos humanos. Washington.

Pereira, F y Araujo, G. 1996. Contenido de mercurio en orina de 24 horas de odontólogos brasileiros y la relación con sus condiciones de trabajo. *J. Dent. Rev.*, 75:120-305.

Rogers, S.; Jeffery, N.; Kieszak, S.; Fritz, P.; Spliethoff, H.; Palmer, C.; Parsons, J.; Kass, D.; Caldwell, K.; Eadon, G. y Rubin, C. 2007. Mercury exposure in young children living in New York city. *Environ. Health Perspect.*, 109:779-784.

Rojas, A.; Chang, I.; Agard, J.; Bekele, I. y Hubbard, R. 2002. Heavy metal

in green mussel (*Perna viridis*) and oyster (*Crassostrea sp.*) from Trinidad and Venezuela. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 42:410-415.

Rojas, N.; Lemus, M.; Rojas, L.; Martínez, G.; Ramos, Y. y Chung, K. 2009. Contenido de mercurio en *Perna viridis* en la costa norte del estado Sucre, Venezuela. *Rev. Cien. Mar.*, 35: 91-99.

Sandana, F. 1996 Toxicidad de la amalgama dental. *Rev. Adm.*, 6: 277-281.

Salazar, R. 2009. Estado de conocimiento de las concentraciones de cadmio, mercurio y plomo en organismos acuáticos de Venezuela. *Rev. Electrón. Vet.*, 10: 1-14.

Shrestha, K. y Forneiro, L. 1987. Hair mercury content among residents of Cumaná, Venezuela. *Sci. Total. Environ.*, 63: 77- 81.

Shrestha, K.; Noguera, R.; Chópita, J. y Sosa, P. 1988. Mercury content of some marine fish from the southern Caribbean sea. *Sci. Total Environ.*, 73: 181-187.

Skerfving, S. 1974. Methylmercury exposure, mercury levels in blood and hair, and health status in Swedes consuming contaminated fish. *Rev. Environ. Toxicol.*, 2:3-23.

Sokal, R. y Rohlf, F. 1989. *Biometria, principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Cuarta edición. Editorial Blume. España.

Suzuki, T.; Hongo, T.; Matsuo, N.; Imai, H.; Nakazawa, M.; Abe, T.; Yamamura, Y.; Yoshida, M. y Aoyama, H. 1993. An acute mercuric mercury poisoning: chemical speciation of hair mercury shows a peak of inorganic mercury value. *Human. Exp. Toxicol.*, 11:53-57.

United States Environmental Protection Agency. (USEPA), 2005. Mercury in medical facilities. [citado 22 julio 2005]. (<http://www.epa.gov/seahome/mercury/src/terms.htm>)

Wan, Q.; Kim, D.; Dionysiou, D.; Sorial, G. y Timberlake, D. 2004. The sources and remediation for the contamination of the mercury in aquatic system. *Environ. Pollut.*, 131: 323-63.

Weihe, P.; Debes, F.; Sorensen, N.; Budtz, J.; Keiding, N. y Grandjean, P. 2003. Environmental epidemiology research leads to a decrease on the exposure limit for mercury. *Ugeskr. Laeger.*, 165: 107-119.

World Health Organization, (WHO). 1990. Methylmercury, international program on chemical safety, *Environ. Health Crit.*, 101: 14-25.

World Health Organization, (WHO). 1999. Methylmercury, International Program on Chemical Safety, Geneva. *Environ. Health. Crit.*, 101: 14-25.

Zambrano, B. 2004. Consideraciones generales sobre el mercurio, el timerosal, y su uso en vacunas pediátricas. *Rev. Med. Uru.*, 20: 4-11.

Zhuang, G.; Wang, Y.; Tan, M.; Zhi, M.; Pan, W. y Cheng, Y. 1990. Preliminary study of the distribution of the toxic elements As, Cd, and Hg in human hair and tissues by RNAA. *Biol. Trace. Element. Res.*, 25: 729-736.

## APÉNDICES

Apéndice 1. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en el cabello, de acuerdo a la edad, de las niñas y niños escolares pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre.

Grupos Exp.	X ± DE	Medianas	Mínimo	Máximo	Kw
1-3	0,16 ± 0,17	0,07	0,00	0,47	5,64***
4-6	0,11 ± 0,11	0,08	0,00	0,36	
7-9	0,06 ± 0,08	0,03	0,00	2,80	
10-12	0,07 ± 0,09	0,02	0,00	0,33	

X: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*\*: no existen diferencias significativas.

Apéndice 2. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en las uñas, de acuerdo a la edad, de las niñas y niños escolares pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre.

Grupos Exp.	X ± DE	Medianas	Mínimo	Máximo	Kw
1-3	0,20 ± 0,53	0,00	0,00	1,62	0,90***
4-6	0,21 ± 0,51	0,00	0,00	1,97	
7-9	0,22 ± 0,59	0,00	0,00	2,68	
10-12	0,07 ± 0,15	0,00	0,00	0,64	

X: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*\*: no existen diferencias significativas.

Apéndice 3. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en el cabello, de acuerdo al sexo, de las niñas y niños escolares pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre.

Grupos Exp.	X ± DE	Medianas	Mínimo	Máximo	Kw
Femenino	0,09 ± 0,11	0,06	0,00	0,47	0,66***
Masculino	0,08 ± 0,10	0,04	0,00	0,40	

X: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*\*: no existen diferencias significativas.

Apéndice 5. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en el cabello, de las niñas escolares pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre.

Hembras	X ± DE	Medianas	Mínimo	Máximo	Kw
1-3	0,14 ± 0,18	0,07	0,00	0,47	4,57**
4-6	0,13 ± 0,12	0,00	0,00	0,36	
7-9	0,04 ± 0,05	0,00	0,00	0,17	
10-12	0,08 ± 0,08	0,05	0,00	0,20	

X: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*: no existen diferencias significativas.

Apéndice 6. Análisis de varianza de una vía para la concentración de mercurio en el cabello, de los niños escolares pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre.

Varones	X ± DE	Medianas	Mínimo	Máximo	Kw
1-3	0,18 ± 0,16	0,14	0,00	0,40	5,97**
4-6	0,06 ± 0,06	0,00	0,00	0,18	
7-9	0,08 ± 0,10	0,00	0,00	0,37	
10-12	0,06 ± 0,09	0,02	0,00	0,33	

X: media; DE: desviación estándar; Kw: Test Kruskal-Wallis que compara las medianas; \*\*: no existen diferencias significativas.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Encuesta

Fecha: \_\_\_\_\_

Paciente N<sup>o</sup>: \_\_\_\_\_

Tesista: Gabriela Gómez

Apellidos y nombres del niño: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

#### Información General

El niño consume:

Pescado: SI ( ) NO ( )

Carne: SI ( ) NO ( )

Pollo: SI ( ) NO ( )

Cuántos días a la semana come pescado: \_\_\_\_\_

Cuántas veces al día come pescado: \_\_\_\_\_

Qué tipo de pescado y productos del mar come con más frecuencia:

Atún ( ) Sardina ( ) Pepitona ( ) Mejillones ( ) catalana ( )

Camarón ( ) Corocoro ( )

Otros: \_\_\_\_\_

#### Datos clínicos

Vómitos: SI ( ) NO ( )

Diarreas: SI ( ) NO ( )

Nauseas: SI ( ) NO ( )

Tos: SI ( ) NO ( )

Dolor de cabeza: SI ( ) NO ( )

Perdida de peso: SI ( ) NO ( )

Erupciones en la piel: SI ( ) NO ( )

**Anexo 2**  
**CONSENTIMIENTO VÁLIDO**

Bajo la coordinación de la Dra. Mairin Lemus, se está realizando el proyecto de investigación titulado: “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN CABELLOS Y UÑAS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR PERTENECIENTES A LA ESCUELA ELSA JOSEFINA LUNAR DE LA LOCALIDAD DE GUAYACAN, ESTADO SUCRE”, cuyo objetivo general es: Evaluar la concentración de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela Elsa Josefina lunar de la localidad de Guayacan, Estado Sucre., teniendo como objetivos específicos: Cuantificar los niveles de mercurio en cabellos de niños en edad escolar, determinar sus niveles de mercurio en uñas y establecer si existe asociación entre los niveles de mercurio en cabellos y uñas y la edad de los niños.

Yo: \_\_\_\_\_

C.I: \_\_\_\_\_ Nacionalidad: \_\_\_\_\_

Estado Civil: \_\_\_\_\_ Domiciliado en: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

A través de la presente declaro que, siendo mayor de edad, en pleno uso de mis facultades mentales y sin obligación alguna, estoy en completo conocimiento de la naturaleza, duración y riesgos relacionados con el estudio indicado, por lo que reconozco:

1. Haber sido informado (a) de manera clara y sencilla por parte del grupo de investigadores de este Proyecto, de todos los aspectos relacionados con el proyecto de investigación titulado: “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN CABELLOS Y UÑAS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR PERTENECIENTES A LA ESCUELA ELSA

JOSEFINA LUNAR DE LA LOCALIDAD DE GUAYACAN, EST/  
SUCRE”.

2. Tener conocimiento claro de que el objetivo del trabajo antes señalado es Evaluar la concentración de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela Elsa Josefina lunar de la localidad de Guayacan, Estado Sucre.
3. Conocer bien el Protocolo Experimental expuesto por el investigador, en el cual se establece que mi participación en este trabajo consiste en: donar de manera voluntaria muestras de cabellos y uñas de mi representado, tomada por el investigador del proyecto.
4. Que la muestra que acepto donar se utilizará única y exclusivamente para evaluar la concentración de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela Elsa Josefina lunar de la localidad de Guayacan, Estado Sucre.
5. Que el personal que realiza esta investigación me ha garantizado confidencialidad relacionada tanto a mi identidad como a cualquier otra información relativa a mi persona a la que tenga acceso por concepto de mi participación en el proyecto antes mencionado.
6. Que bajo ningún concepto podré restringir el uso para fines académicos de los resultados obtenidos para el presente estudio, que además podrá estar sujeto a publicaciones en revistas científicas.
7. Que mi participación en dicho estudio no implica riesgos e inconveniente alguno para mi salud.
8. Que cualquier pregunta que tenga en relación con este estudio me será respondida oportunamente por parte del equipo de personas antes mencionadas.
9. Que bajo ningún concepto se me ha ofrecido ni pretendo recibir beneficio de tipo económico producto de los hallazgos que puedan producirse en el referido Proyecto de Investigación.

## DECLARACION DEL VOLUNTARIO

Luego de haber leído, comprendido y aclaradas mis interrogantes con respecto a este formato de consentimiento y por cuanto a mi participación en este estudio es totalmente voluntaria, acuerdo:

1. Aceptar las condiciones estipuladas en el mismo y a la vez autorizar al equipo de investigadores a realizar el referido estudio en las muestras que acepto donar para fines indicados anteriormente.
2. Reservarme el derecho de renovar esta autorización y donación en cualquier momento sin que ello conlleve algún tipo de consecuencias negativa para mi persona.

Firma de voluntario: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: \_\_\_\_\_

C.I: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## DECLARACION DEL INVESTIGADOR

Luego de haber explicado detalladamente al voluntario la naturaleza del protocolo mencionado, certifico mediante la presente que, a mi leal saber, el sujeto que firma este formulario de consentimiento comprende la naturaleza, requerimientos, riesgos y beneficios de la participación de este estudio. Ningún problema de índole médica, de idioma o de instrucción ha impedido al sujeto tener clara comprensión de su compromiso con este estudio. Por el Proyecto de "Evaluación de la concentración de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela Elsa Josefina lunar de la localidad de Guayacan, Estado Sucre.

Nombres: \_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

## HOJA DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MERCURIO EN CABELLOS Y UÑAS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR PERTENECIENTES A LA ESCUELA “ELSA JOSEFINA LUNAR” DE LA LOCALIDAD DE GUAYACÁN, ESTADO SUCRE (Modalidad: Tesis de Grado)
<b>Subtítulo</b>	

#### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
GABRIELA AYMARA GÓMEZ ROJAS	<b>CVLAC</b>	<b>16996332</b>
	<b>e-mail</b>	grabrielaaymara@gmail.com
	<b>e-mail</b>	

#### Palabras o frases claves:

MERCURIO, CABELLOS Y UÑAS DE NIÑOS, DETERMINACIÓN, CONCENTRACIÓN

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Bioanálisis

### Resumen (abstract):

En este estudio se evaluaron las concentraciones de mercurio en cabellos y uñas de niños en edad escolar pertenecientes a la escuela “Elsa Josefina Lunar” de la localidad de Guayacán, estado Sucre. Se analizaron muestras de cabellos y uñas de 90 niños escolares, con edades comprendidas entre 4 y 13 años, masculinos y femeninos. La técnica aplicada para la determinación de mercurio fue la espectroscopía de absorción atómica al vapor frío. Los resultados demostraron que los niveles de mercurio en cabellos no presentaron diferencias significativas en cuanto a la edad de los niños  $Kw= 5,64663$   $p= 0,130124$ , similares resultados fueron obtenidos para uñas  $Kw= 0,903894$   $p= 0,824486$ . Del mismo modo, se pudo observar diferencias no significativas de Hg en cabellos de los niños y niñas en cuanto al sexo, obteniendo para uñas similares resultados. Los valores promedios para cabello fueron de  $0,103 \pm 0,297 \mu\text{g/g}$  y para uñas de  $0,192 \pm 0,663 \mu\text{g/g}$  de tejido, nivel que se encuentra por debajo del señalado por la OMS de  $2 \mu\text{g/g}$  de cabello.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Dra. Lemus Mairin	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Profa: Rojas Luisa	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Profa: Gilda Millan	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2012	03	16

Lenguaje: SPA \_\_\_\_\_

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
<b>TESIS-rojasg.DOC</b>	<b>Application/word</b>

Alcance:

**Espacial:**                     **NACIONAL**                     (Opcional)

**Temporal:**                     **TEMPORAL**                     (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Licenciada en Bionâlisis

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Licenciada

**Área de Estudio:** Bionâlisis

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:** Universidad de Oriente

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLANOS CUNVELO**  
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR *Martínez*  
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

## **Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6**

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) :** “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.

---

**Rojas Gabriela**  
**Autor**



**Asesora**  
**Lemus, Mairin**