

EFFECTO DE LA EDAD, SEXO, ESTILO DE VIDA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA SOBRE LA COMPOSICIÓN DE MACROMINERALES EN EL CABELLO HUMANO.

Esther Giménez-Millán, Oscar Marino Alarcón-Corredor, José A. Moreno-Valero, Margory Moreno V., Lenín Valery, Gladys Colantoni, Carlos Rondón.

Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Univesidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.
alarcono@ula.ve

Resumen.

En el presente estudio se determinó el contenido de calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) en 84 muestras de pelo de sujetos sanos femeninos y masculinos (37 mujeres y 47 hombres) con edades entre 19 y 73 años, quienes viven en el estado Mérida (Venezuela). El contenido de minerales se determinó por espectrometría de absorción atómica. Los valores medios de Ca, Mg, Na y K fueron de 756 ± 288 $\mu\text{g/g}$, 64 ± 43 $\mu\text{g/g}$, 97 ± 84 $\mu\text{g/g}$ y 26 ± 15 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Se investigó el efecto de la edad, sexo, lugar de residencia, hábito de fumar y consumo de alcohol en la composición elemental de pelo. El potasio en el pelo de las mujeres es estadística y significativamente menor ($p < 0.05$) que en los hombres. Hubo una tendencia general de los elementos a disminuir con la edad. Los sujetos que viven en la zona de montaña, y en especial los de las zonas urbanas, muestran un menor contenido de minerales en el cabello. La disminución del magnesio y del sodio es característica para las personas que fuman y que consumen bebidas alcohólicas. En conclusión, los valores de estos elementos de pelo no fueron significativamente diferentes de los de otros países. Sin embargo, estos valores de referencia deben ser normalizadas según la edad, sexo, lugar de vida, el hábito de fumar y el consumo de alcohol. Esto haría que el análisis del cabello fuese más confiable.

Palabras claves: análisis mineral, cabello, valores de referencia, edad, sexo, estilo de vida

Abstract

Effect of age, sex, lifestyle and geographic location on macrominerals composition of human hair.

In the present study it was determined the content of calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na) and potassium (K) in 84 hair samples obtained from healthy subjects feminine and masculine (37 women and 47 men) in ages between 19 and 73 years living in Merida State (Venezuela). Hair samples were taken from several points of the occipital scalp. The content of minerals in hair samples was determined by atomic absorption spectrometry. Average values for Ca, Mg, Na y K were 756 ± 288 $\mu\text{g/g}$, 64 ± 43 $\mu\text{g/g}$, 97 ± 84 $\mu\text{g/g}$ and 26 ± 15 $\mu\text{g/g}$, respectively. The effect of age, sex, living place, smoking habit, alcohol consumption on the elemental composition of hair was investigated. Hair potassium in females was statistically significantly lower ($p < 0.05$) than in males. There was a general tendency for hair elements to decrease with age. Subjects living in mountain region, and especially those from urban areas, show a lower content of minerals in hair. Decreased magnesium and sodium are characteristic for those individuals who smoke and consume alcoholic beverages. In conclusion, the values for these elements of hair were not significantly different from those from other countries. However, these reference values should be normalized according to age, sex, living place, smoking habit and alcohol consumption. This would make hair analysis more reliable.

Key words: mineral analysis, hair, reference values, age, sex, lifestyles.

INTRODUCCIÓN.

El cabello humano proporciona una información retrospectiva de la exposición y del estado nutricional de los minerales en los individuos. Las ventajas de utilizar el pelo para el análisis son evidentes: las muestras se disponen fácilmente y se pueden obtener con poca o ninguna molestia o dolor. La remoción del pelo es simple, indolora, no invasiva, no requiere equipo especializado y puede realizarse personal no-médico sin ningún entrenamiento. Las muestras pueden conservarse, enviarse y manejarse fácilmente sin temor a daños. Las determinaciones repetidas se pueden realizar fácilmente en el tiempo. Una ventaja potencial de análisis de cabello desde el punto de vista analítico

es que las concentraciones de ciertos elementos en el cabello son considerablemente más altas que los de la orina o de la sangre, lo que permite una mayor precisión en su detección y cuantificación (Miekeley *et al.* 1998).

Los minerales que se encuentran en el cabello proceden de la sangre y son captados por las proteínas del folículo piloso. Por lo tanto, reflejan sus niveles en la sangre en el momento de la síntesis del pelo y en consecuencia, representan la exposición interna y el estado del elemento en el organismo. La incorporación irreversible de elementos en el cabello es una parte de los mecanismos excretorios para su eliminación metabólica. En sangre, los minerales están

sometidos a un control homeostático, por lo tanto los intervalos de concentración son estrechos; en el cabello estos son amplios y reflejan los cambios metabólicos a largo plazo (Park *et al.* 2009). Sus niveles dependen de diversos factores tales como edad, sexo e incluso el estilo de vida (Deeming y Weber 1978). La localización geográfica, sitio de residencia de la persona, es un factor determinante por su influencia en las características geoquímicas, alimentos, suministro de agua, condiciones ambientales (Rodríguez *et al.* 2008). Debido a esto es importante conocer los niveles de estos bioelementos característicos de la población de manera que sirvan de referencia a fin de diagnosticar posibles deficiencias nutricionales las cuales no hayan sido detectadas (Chojnacka *et al.* 2010).

En base a las consideraciones anteriores, el motivo del presente estudio es 1) determinar la concentración de calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) en muestras de cabello obtenidas de individuos, procedentes de diversas zonas del estado Mérida (Venezuela); 2) evaluar la influencia de la edad, sexo, estilo de vida y localización geográfica sobre el contenido tisular de estos minerales y 3) finalmente, comparar nuestros valores con los publicados en la literatura internacional.

METODOLOGÍA.

Población y muestra.

El presente estudio es de corte transversal, descriptivo, sin hipótesis previa.

La recolección de la muestra y el desarrollo de la investigación se realizó con la autorización del Comité de Ética del Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes (IAHULA) y siguiendo los principios éticos de la buena práctica clínica. La población estuvo conformada por estudiantes y personal de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes y donantes que acudieron al Banco de Sangre del IAHULA (meses de enero a julio, 2014), los cuales, fueron evaluados mediante: examen físico general, historia clínica y cuestionario estandarizado. En el presente estudio se incluyeron aquellos individuos que no presentaban signos clínicos de enfermedad aguda o crónica (no controlada), ni evidencia de infecciones o procesos inflamatorios activos o recurrentes (al menos en los últimos tres meses previos al estudio). No se incluyeron en el estudio aquellos que no cumplieron con los parámetros previamente mencionados o que estuvieran recibiendo suplementación de algunos de los elementos evaluados; los que no firmaron el consentimiento informado, los que estaban participando en otro estudio o que la información

básica requerida estuviera incompleta. La participación no fue obligatoria y los individuos fueron gratificados con el protocolo analítico que incluyó los resultados de los análisis sin costo alguno.

La muestra finalmente quedó conformada por 84 personas (37 mujeres y 47 hombres), en edades entre 19 y 73 años. Se recaudó información mediante cuestionarios estandarizados sobre: edad, sexo, sitio de residencia, ingestión de medicamentos (anticonceptivos orales, terapia de reemplazo hormonal, entre otros), actividad física, consumo de tabaco y de alcohol. Tomando en consideración el sitio de residencia habitual de los participantes, estos se agruparon en tres zonas geográficas de la siguiente manera:

A) Zona del páramo o montaña alta (con altitudes entre 1740 -2580 m.n.s.m) que incluye dos sectores poblados: Santo Domingo y Mucuchíes y sectores aledaños; B) Zona de montaña (con altitudes que van desde 650 – 1640 m.n.s.m) que incluye la ciudad de Mérida, Tabay y Ejido principalmente; y, C) Zona sur del Lago de Maracaibo (100 - 650 m.n.s.m de altitud) con localidades como El Vigía, Tucaní y Nueva Bolivia.

Recolección y procesamiento de las muestras.

A los participantes se les tomó la muestra de cabello en tres puntos de la región occipital, con una tijera de acero inoxidable. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas con cierre hermético para su conservación y llevadas al laboratorio. Luego, fueron lavadas (con agitación fuerte) tres veces con una mezcla agua-acetona (1:1 v/v) y secadas en una estufa a 105°C por 30 minutos. Seguidamente se pesaron 100 mg de cada espécimen y se digirieron con una mezcla de HNO₃ y HClO₃ (1:1 v/v), durante 24 horas a temperatura ambiente. Después de este tratamiento se obtuvieron soluciones transparentes que se llevaron a un volumen de 5 ml con agua desionizada.

Equipos y reactivos.

La determinación de calcio, magnesio, sodio y potasio se realizó por espectroscopia de absorción atómica con atomización en llama, utilizando un espectroscopio modelo Perkin Elmer Precisely Analyst 200 (Norwalk, CT EEUU), con una computadora integrada al equipo y un software Gem Desktop, Gem/3; lámparas de cátodo hueco monoelemental para Ca, Mg, Na y K marcas Varian y Perkin Elmer. Para el sistema de inyección en flujo se utilizó una bomba peristáltica marca Gilson modelo miniplus 3 y para la introducción de las muestras una jeringa marca

Tabla 1. Niveles de calcio, magnesio, sodio y potasio, en las muestras de cabello, según el sexo de las personas. Mérida, Venezuela, 2014.

Sexo (n)	Elemento ($\mu\text{g/g}$)			
	Calcio	Magnesio	Sodio	Potasio
Femenino (n= 37)	763 \pm 275 [419-1265]	79 \pm 49 [15-88]	104 \pm 104 [28-219]	22 \pm 12* [14-37]
Masculino (n= 47)	751 \pm 300 [476-1202]	54 \pm 36* [15-88]	93 \pm 67 [34-165]	29 \pm 17 [15-45]
Total (n= 84)	756 \pm 288 [453-1205]	64 \pm 43 [20-116]	97 \pm 84 [32-219]	26 \pm 15 [15-45]

(n): número de individuos estudiados; ° Cada resultado corresponde a Media \pm DE; * diferencia estadística significativa $p < 0.05$ (Prueba "t" de Student aplicada al sexo), [] 80% de intervalo de confianza o P_{10} y P_{90} .

Hamilton con capacidad 50 μl . Todos los reactivos utilizados fueron de mayor grado analítico (marcas Merck, Sigma y Riedel De Hæn).

Metodología analítica.

La determinación de Ca, Mg, Na y K se realizó por espectrofotometría de absorción atómica con atomización en llama (EAA), acoplado a un sistema de inyección en flujo continuo (FIA). Esta técnica se optimizó en el laboratorio de Espectroscopía Molecular de la Universidad de Los Andes. Las muestras se midieron por triplicado, y una serie de patrones y muestras de pool de cabello (de concentración previamente conocida) se corrieron por cada 20 muestras analizadas.

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 15.0 (Spss®, Inc, Chicago, IL, USA) y hoja de cálculo Excel, ambos en ambiente Windows. Las concentraciones en muestras de cabello de calcio (CaP), magnesio (MgP), sodio (NaP) y potasio (KP) se expresaron como medias \pm desviación estándar ($X \pm \text{DE}$). Las variables categóricas se expresaron en frecuencias y porcentajes. Se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para verificar la distribución normal, para los niveles de Ca, Mg, Na y K distribuidos por edad y sexo. Se aplicó la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de las varianzas previo a la prueba "t" de Student para establecer las diferencias significativas entre los promedios. Para el tratamiento paramétrico de los datos se tomó el 95% como índice de confiabilidad

estadística ($p < 0.05$). Asimismo, se realizó ANOVA de un factor para evaluar las diferencias entre las medias de dos o más grupos de edad y la ubicación geográfica. Las asociaciones entre las variables continuas se evaluaron por medio del test exacto de Fisher o por el coeficiente de correlación simple de Pearson, y para las variables categóricas se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

RESULTADOS.

La influencia del sexo sobre las concentraciones de Ca, Mg, Na y K se muestran en la tabla 1. Estas concentraciones mostraron un patrón de distribución normal. Para el caso de Ca con la transformación logarítmica de los datos se probó la hipótesis de igualdad de varianza poblacional de los grupos según el sexo ($p > 0.05$).

El análisis de la tabla 1 demuestra un mayor contenido promedio de calcio, magnesio y sodio en el pelo de las mujeres, mientras que para el potasio se evidenció una disminución significativa ($p < 0.05$) al comparar con los valores encontrados en los hombres. El menor contenido de magnesio ($p < 0.05$) se encontró en los hombres

En cuanto a la edad se aprecia una discreta disminución de los niveles de los elementos evaluados, a partir de los 40 años aunque sólo con validez estadística para el sodio (Tabla 2). En cuanto a la ubicación geográfica, los individuos residentes en la zona de montaña, y especialmente en aquellos procedentes de sector urbano, son los que muestran un menor contenido de minerales en el cabello, en comparación con los otros sectores de menor densidad poblacional y con características extraurbanas o rurales (Tabla 2).

Al considerar el estilo de vida de los individuos, la disminución del magnesio y el incremento del sodio son características para aquellos individuos que fuman y que a su vez consumen bebidas alcohólicas, con una frecuencia mayor de tres veces por semana o un consumo mayor de 0.5 l de alcohol a la semana. Contrario a lo que se observa en las personas que realizan una actividad física de moderada a intensa, que muestran un patrón de distribución mineral equilibrado y acorde con los parámetros de referencia dentro de la normalidad (Tabla 2).

DISCUSIÓN.

Los valores medios de los elementos obtenidos en el presente estudio se corresponden con los niveles

reportados en otros países como Italia (Forte *et al.* 2005, Senofonte *et al.* 2000), Suiza (Rodushkin y Axelsson 2000), Hong Kong (Yan 1999), Brasil (Miekeley *et al.* 1998), Japón (Kamakura 1983), Sur de Polonia (Nowak 1998) y Nueva York (De Antonio *et al.* 1982). De igual manera, los intervalos biológicos estimados son muy cercanos a lo informado por Kamakura (1983) y Miekeley *et al.* (1998). Otro aspecto que se observa al consultar la literatura, es que no existe un criterio unificado para reportar las concentraciones de los minerales en las muestras de cabello, lo que dificulta para establecer comparaciones.

Aunque el cabello ha sido muy utilizado en el biomonitorio de metales pesados (Rodríguez *et al.* 2008, Morton *et al.* 2002, Wilhem *et al.* 2002, Violante *et al.* 2000), la determinación de los elementos esenciales para el ser humano (calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, cobre, cinc, etc.), en esta matriz, también puede ser muy útil para valorar el estado de salud y el estado nutricional de la población (Chainaya y Demidov, 2007; Senofonte *et al.* 2000, Kolmogorov *et al.* 2000).

Estos elementos varían considerablemente debido a las diferencias geográficas, la cual influye sobre la disponibilidad y variedad de alimentos, que muchas veces son característicos de cada zona, por lo tanto se produce una considerable variación que depende de subgrupos de la población específica (Li *et al.* 2011, Rodríguez *et al.* 2008, Senofonte *et al.* 2000). Desafortunadamente, hasta ahora no se dispone de suficientes estudios referenciales sobre las concentraciones de los elementos en muestras de cabellos en poblaciones aparentemente sanas y la tendencia, mayormente, está orientada al estudio relacionado con diversas patologías (Kouremenou-Dona *et al.* 2006). Es por esta razón, que diversos autores señalan que se deben realizar estudios a gran escala a fin de establecer la línea base de los elementos en poblaciones específicas alrededor del mundo (Li *et al.* 2011).

En lo que respecta al sexo, los niveles en las muestras de cabello de todos los elementos evaluados (excepto el potasio) fueron más altos en las mujeres, ($p < 0.05$). Hallazgos similares han sido informados en la literatura consultada (Chojnacka *et al.* 2010, Forte *et al.* 2005). Este señalamiento coincide con las observaciones de Chojnacka *et al.* (2010) quienes plantean que las mujeres tienden a acumular mayor cantidad de macroelementos (como calcio, fósforo y magnesio) en el cabello mientras que los hombres tienen mayor tendencia a retener elementos traza (como molibdeno, boro y cobalto).

Las diferencias relacionadas con la edad también están presentes en nuestro estudio en individuos

mayores de 50 años. Este grupo etario muestra una discreta disminución en todos los elementos estudiados en muestras de cabello, siendo esta disminución estadísticamente importante para el magnesio y el potasio. Hallazgos similares reportan Garry y Gordon (1985), en su revisión de 17380 muestras de cabello, procedentes de la población de California, demostrando en sus histogramas de frecuencia la disminución de los niveles del calcio, de magnesio y de cinc, entre los cuarenta y cincuenta años, con mayor pronunciamiento en edades cercanas a los 70 años. Cuando comparamos la composición mineral de muestras de cabellos en individuos que habitan en la misma población, el patrón de distribución de los elementos es muy similar. Sin embargo, al clasificar estos niveles por zona geográfica, los valores tisulares varían. Un ejemplo de ello, es que los niveles tisulares de Ca de los individuos procedentes de la región del páramo presentan las menores concentraciones tisulares en comparación con las personas procedentes de la región de montaña y del sur del lago. Un estudio comparativo realizado en la ciudad de Wrocław (suroeste de Polonia) y el área industrializada de Silesian Berkid (zona no industrializada de Polonia) y otra población ubicada al noroeste de Suiza, demostró que el contenido de los elementos en cabello cambia significativamente con el estilo de vida y la exposición ambiental (Chojnacka *et al.* 2006a; Chojnacka *et al.* 2006b). Estos investigadores también encuentran similares tendencias en la acumulación de Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Se, As y Ti, en personas que viven en la misma localidad, esto posiblemente sea por la similitud de condiciones ambientales, dieta y bebidas. En consecuencia, la influencia del estilo de vida sobre las concentraciones de los elementos puede ser más influyentes que el sexo o las relaciones familiares (Chojnacka *et al.* 2006a; Chojnacka *et al.* 2006b).

Al considerar las variables relacionadas con el estilo de vida, en la población de Mérida, los niveles en pelo de los minerales según el consumo de tabaco y alcohol, todos los elementos disminuyeron discretamente en aquellos individuos que fuman y que consumen bebidas alcohólicas con una frecuencia mayor a 3 tres veces por semana o un consumo mayor a 0.5 l. Observaciones similares refirieron otros autores (Chojnacka *et al.* 2010; Sukumar y Subramanian 2007), los cuales hacen mención como posible origen que esta depleción mineral sea debida a la disminución del suministro dietético (pérdida del apetito) y/o a una reducción de la absorción causada por alteración en las funciones del sistema digestivo. En correspondencia con lo señalado por otros investigadores, es oportuno comentar que la

composición mineral del cabello no solo es afectada por la exposición ambiental, sino también por otros factores en los que se incluye el estilo de vida (ingestión en la dieta) y predisposición personal (habilidades genéticas, color del cabello, sexo, edad, enfermedad y consumo de fármacos) (Deeming y Weber 1978). Además, se pueden influenciar por los niveles de otros elementos (efectos sinérgicos o antagonicos). Esto puede deberse a la exposición común de un par de elementos o el incremento en la habilidad para acumular o arrastrar otro elemento que esté presente (Teresa *et al.* 1997). La correlación inversa Ca/Mg se evidencia en nuestro estudio, aunque discretamente. Reebacz-Marón *et al.* (2013) refieren que esta asociación es antagonica y está sujeta a un fuerte control homeostático siendo el calcio el que probablemente ejerce un mayor impacto sobre la concentración de otros elementos (Garry y Gordon 1985).

CONCLUSIONES.

En conclusión, los valores de estos elementos de pelo no fueron significativamente diferentes de los de otros países. Sin embargo, estos valores de referencia deben ser normalizadas según la edad, sexo, lugar de vida, el hábito de fumar y el consumo de alcohol. Esto haría que el análisis del cabello fuera más confiable. Se destaca la existencia de valores promedios contradictorios, con amplio margen de variación.

Agradecimiento: expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todos voluntarios que atentamente contribuyeron para que el presente estudio se realizara, de igual manera a todo el personal del Banco de Sangre y al Servicio de Laboratorio General del IAHULA.

REFERENCIAS.

Chainaya M, Demidor V. 2007. Hair trace element contents in women with obesity and type 2 diabetes. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 21: 59 – 61.

Chojnacka K, Górecka H, Górecki H. 2006a. The influence of living habits and family relationship on element concentration in human hair. *Sci. Total Environ.* 366: 612 – 620.

Chojnacka K, Górecka H, Górecki H. 2006b. The effect of age, sex, smoking habit and hair color on the composition of hair. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 22: 52-57.

Chojnacka K, Zielinka A, Górecka H *et al.* 2010. Reference values for hair minerals of Polish students. *Env. Tox. Pharm.* 29: 314-319.

De Antonio S, Katz S, Sheimer D *et al.* 1982. Anatomically-related variations in trace-metal concentrations in hair. *Clin. Chem.* 28: 2411-2413.

Deeming S, Weber C. 1978. Hair analysis of trace mineral in human subjects as influence by age, sex

and contraceptive drugs. *Am. J. Clin. Nutr.* 31: 1175 – 1180.

Forte G, Alimonti A, Violante N *et al.* 2005. Calcium, copper, iron, magnesium, silicon and zinc content of hair in Parkinson's disease. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 19: 195 – 201.

Garry F, Gordon M. 1985. Sex and age related differences in trace element concentrations in hair. *Sci. Total Environ.* 42: 133-147.

Kamakura M. 1983. A study of the characteristics of trace elements in the hair of Japanese. Reference values and trace elements patterns for determining normal level. *Jpn. J Hygiene.* 38: 823-838.

Kolmogorov Y, Kovalera V, Gonchar A. 2000. Analysis of trace elements in scalp hair of healthy people, hyperplasia and breast cancer patients with XRF method. *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A.* 448: 457- 460.

Koremenou-Dona E, Dona A, Papoutsis J, Spiliopoulou C. 2006. Copper and zinc concentrations healthy Greek adults. *Sci. Total Environ.* 359: 76 – 81.

Li Y, Yang L, Wang W *et al.* 2011. Trace element concentrations in hair healthy chinese centenarians. *Sci. Total Environ.* 409: 1385-1390.

Miekeley N, Dias-Carneiro M, Porto da Silveira C. 1998. How reliable are human hair reference intervals for trace elements?. *Sci. Total Environ.* 218:9-17.

Morton J, Carolan V, Gardin P. 2002. Removal of exogenously bound elements from human hair by various washing procedures and determination by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta.* 455: 23-24.

Nowak B. 1998. Content and relationship of element in human hair for a non-industrialized population in Poland. *Sci. Total Environ.* 209: 59-68.

Park S, Choi S, Nam A. 2009. Hair tissue mineral analysis and metabolic syndrome. *Biol. Trace Elem. Res.* 130: 218-228.

Rebacz-Marón E, Baranowska-Bosiacka I, Gutowska I, *et al.* 2013. Blood pressure and levels of Fe, Ca, Mg, Zn, Cu, Na and K in the hair of young Bantu men from Tanzania. *Biol. Trace Elem. Res.* 151: 350-359.

Rodushkin I, Axelsson M. 2000. Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails. Part II. *Sci. Total Environ.* 262: 21-36.

Rodríguez J, Batista B, Nunes J *et al.* 2008. Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements. *Sci. Total Environ.* 405: 370-376.

Tabla 2. Niveles de calcio, de magnesio, de sodio y de potasio en muestras de cabello según ubicación geográfica, consumo de tabaco y alcohol y actividad física, en la población del Estado Mérida, Venezuela. 2014.

Variable	Bioelemento ^o			
	Calcio ($\mu\text{g/g}$)	Magnesio ($\mu\text{g/g}$)	Sodio ($\mu\text{g/g}$)	Potasio ($\mu\text{g/g}$)
Zona geográfica				
Acuchíes, Apartaderos, Sto. Domingo); n= 39	792 \pm 292	69 \pm 54	104 \pm 111	26 \pm 12
Mérida, Tabay, Ejido); n= 39	723 \pm 324	57 \pm 23*	96 \pm 89	24 \pm 11
El Vigía, Tucaní y Nueva Bolivia); n= 39	756 \pm 295	71 \pm 44	108 \pm 54	27 \pm 15
Edad en años				
• 20- 29; n= 15	798 \pm 312	70 \pm 24	104 \pm 59	24 \pm 12
• 30- 40; n= 29	771 \pm 288	57 \pm 23	109 \pm 55	27 \pm 15
• 40- 50; n= 20	810 \pm 216	72 \pm 34	78 \pm 38	23 \pm 7
• > 50; n= 20	771 \pm 321	47 \pm 30	47 \pm 18*	35 \pm 25
Consumo de tabaco				
• No fuma; n= 71	798 \pm 300	65 \pm 23	108 \pm 54	23 \pm 14
• Fuma; n= 13	773 \pm 288	66 \pm 29	99 \pm 24	32 \pm 18
Consumo de alcohol				
• No consume; n= 42	759 \pm 211	72 \pm 62	77 \pm 38	34 \pm 15
• Consume (< 2 veces por semana menos de 0,5 L) ; n= 29	801 \pm 314	54 \pm 23	100 \pm 18	31 \pm 20
• Consume (> 2 veces por semana más de 0,5 L) ; n= 13	810 \pm 321	47 \pm 30	96 \pm 78	36 \pm 15
Actividad física				
• Sedentario (leer, ver TV, caminar 30 min); n= 32	727 \pm 312	54 \pm 29	101 \pm 54	24 \pm 15
• Suave (caminata, aeróbicos, yog actividad física de 1-3 veces por semana > 30 - 45 min); n= 28.	771 \pm 286	57 \pm 23	78 \pm 38	29 \pm 18
• Moderada (trote o caminata, aeróbicos, bicicleta, natación, 1-2 veces por semana > 30 min- 1h) n= 15	801 \pm 216	49 \pm 21	104 \pm 36	26 \pm 15
• Intensa (trote o caminata, aeróbicos, bicicleta, natación, > toda la semana) ; n= 9	703 \pm 222	50 \pm 17	98 \pm 49	23 \pm 19

(Entre paréntesis): especificaciones de cada variable; n = número de individuos estudiados; ^o Cada resultado corresponde a Media \pm Desviación estándar; *diferencia estadística significativa $p < 0.050$.

Senofonte O, Violante N, Caroli S. 2000. Assessment of reference values for elements in human hair of urban schoolboys. *J. Trace Elements Med. Biol.* 14: 6–13.

Sukumar A, Subramanian R. 2007. Relative element level in the paired samples of scalp hair and fingernails of patients form New Delhi. *Sci Total Environ.* 372: 474 – 479.

Teresa M, Vasconcelos S, Taveres H. 1997. Elements concentrations in blood and hair of young apprentices of a technical-professional school. *Sci. Total Environ.* 205: 189–199.

Violante N, Senofonte O, Marsili G *et al.* 2000. Human hair as a marker of pollution by chemical

element emitted by a thermoelectric powered plant. *Microchem. J.* 67: 397 – 405.

Wilhelm M, Posch A, Rostek U *et al.* 2002. Concentration of lead in blood, hair and saliva of German children living in three different area of traffic density. *Sci Total Environ.* 297: 109–119.

Yan S. 1999. Hair calcium and magnesium levels in patients with fibromialgia: a case center study. *J. Manip. Physiol. Therap.* 22: 586–593.

Recibido: 8 oct 2016

Aceptado: 15 dic 2016