

Zinc sérico en escolares

Serum Zinc in school children

Carmen María Carrero González^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-6320-505X>

Gloria Lastre-Amell¹ <http://orcid.org/0000-0002-8855-3931>

María Alejandra Oróstegui-Santander¹ <https://orcid.org/0000-0003-2218-67344>

Mariela Suarez-Villa¹ <http://orcid.org/0000-0002-3489-5450>

Linda Lorena Ruiz Escorcía¹ <http://orcid.org/0000-0001-6376-5455>

¹Universidad Simón Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud. Barranquilla, Colombia.

*Autor para la correspondencia: carmen.carrero@unisimonbolivar.edu.co

RESUMEN

Introducción: La primera infancia es una etapa fundamental en el desarrollo y crecimiento del ser humano, época donde el cerebro se desarrolla a la máxima velocidad. La alimentación, uno de los principales condicionantes del desarrollo y las deficiencias de micronutrientes, entre otros, son responsables de daños funcionales.

Objetivo: Determinar la concentración de zinc sérico en escolares y comparar resultados con estudios en la misma población de países latinos.

Métodos: Estudio descriptivo prospectivo y comparativo en 116 niños escolares entre 7 a 12 años de edad, de la escuela básica primaria, del Municipio Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

Se realizó evaluación antropométrica, clínica y bioquímica.

Resultados: Mayor frecuencia de niñas (52,6 %) edad promedio de 8 años y 9 meses y de 8 años y 5 meses para los niños; peso promedio de 25,21 kg y talla de 124,49 cm para las niñas, y peso promedio 25,07 kg y talla de 125,75 cm para los niños. Se encontró una

concentración promedio de zinc en los niños de 0,49 µg/mL, y en las niñas de 0,50 µg/mL. La mayoría de los resultados de cuatro países latinos revelaron que el promedio de zinc sérico estuvo entre 0,32 y 95,2 µg/dL.

Conclusión: Los niños mostraron concentraciones de zinc séricos por debajo de los valores promedios establecidos. Es necesario implementar estrategias alimentarias para mejorar el estado nutricional del zinc en las poblaciones pediátricas en países de Latinoamérica.

Palabras clave: deficiencia de Zinc; crecimiento y desarrollo; oligoelementos; nutrición del niño.

ABSTRACT

Introduction: Early childhood is a crucial stage in the growth and development of the human being; it is the time where the brain develops at maximum speed. Feeding, one of the main determining factors of development and micronutrient deficiencies, among others, are responsible for functional damage.

Objective: To determine the concentration of serum zinc in school children and to compare results with studies in the same population of different Latin American countries.

Methods: Prospective descriptive and comparative study in 116 school children between 7 to 12 years old of the Basic Primary school in Maracaibo Municipality, Zulia State, Venezuela. Anthropometric clinical and biochemical assessment was performed.

Results: Higher frequency in girls (52.6 %) of average age 8 years and 9 months, and 8 years and 5 months for boys; average weight of 25.21 kg and height of 124.49 cm for girls, and average weight of 25.07 kg and height of 125.75 cm for boys. It was found an average concentration of zinc of 0.49 µg/mL in boys, and of 0.50 µg/mL in girls. Most of the results of four Latin American countries revealed that the average serum zinc was between 0.32 and 95.2 µg/dL.

Conclusion: Children showed serum zinc concentrations below the mean values set. It is necessary to implement food strategies to improve the nutritional status of zinc in pediatric populations of Latin American countries.

Keywords: Zinc deficiency; growth and development; oligoelements; child nutrition.

Recibido: 25/06/2018

Aceptado: 12/08/2019

Introducción

La primera infancia es una etapa fundamental en el desarrollo y crecimiento de todo ser humano, época en la cual el cerebro se forma y desarrolla a la máxima velocidad, si en estos periodos se altera el adecuado desarrollo del cerebro se producirán consecuencias, que afectarán al niño durante toda su vida.⁽¹⁾

En el mundo, donde la oferta de alimentos es limitada, las deficiencias de micronutrientes en los niños pequeños son un importante problema de salud pública.⁽²⁾

La Organización Mundial de la Salud (OMS),⁽³⁾ calcula que la deficiencia de zinc (DZn), afecta la tercera parte de la población mundial, que raramente se encuentran deficiencias severas pero las moderadas están presentes con diferencias regionales entre 4 y 70 %, y son las personas de bajos niveles socioeconómicos las más afectadas.⁽⁴⁾ En América Latina más del 50 % de la población se encuentra en alto riesgo de DZn con prevalencias mayores en las zonas rurales que en las urbanas. Se argumenta que existe una alta prevalencia de DZn en niños menores de 6 años y en niñas y mujeres 12 a 49 años de edad, además, informan altos índices de insuficiencia alimentaria y retraso en el crecimiento por déficit de zinc (Zn).⁽⁵⁾

En Venezuela, como en otros países en desarrollo, el hambre, la desnutrición y las deficiencias de micronutrientes son problemas de salud pública, debido a su alta prevalencia y el impacto que ocasiona sobre la salud y el bienestar de la población, especialmente en los grupos más vulnerables y de bajos ingresos. Un número elevado de niños padece de desnutrición como consecuencia de la prolongada crisis económica que afecta al país a partir de 2007 y hasta 2014; la escasez de alimentos limita el acceso a una ingesta adecuada y segura de energía alimentaria y de nutrientes, y en consecuencia, afecta su seguridad alimentaria.⁽⁶⁾

Por otro lado, el deterioro socioeconómico de los últimos 20 años ha incidido negativamente en la disponibilidad de recursos para satisfacer las necesidades básicas de alimentación, produciéndose un cambio en el patrón alimentario con poco acceso a los alimentos ricos en Zn, como son las proteínas y un alto consumo de cereales que compiten con la biodisponibilidad de este micronutriente.⁽⁷⁾

Estudio realizado por *González y otros*,⁽⁸⁾ en preescolares observaron alimentos procesados, jugos envasados, alimentos fritos y golosinas en sus loncheras y registraron carencia de alimentos balanceados. El Informe Global de Nutrición 2016, estimó una prevalencia de 4,1 % de desnutrición aguda.⁽⁹⁾ El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo 2017, sugirieron que la subalimentación en Venezuela aumentó de 10,5 a 13 % para el 2014-2016.⁽¹⁰⁾ El objetivo del estudio fue determinar la concentración de zinc sérico en escolares y comparar resultados con estudios en la misma población de países latinos.

Métodos

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo y comparativo (Estudios Latinoamericanos) en una población de 116 niños escolares mayores de 7 años y menores de 12 años de edad, quienes asistían a la escuela básica primaria, ubicada en el Sector Amparo del Municipio Maracaibo, Estado Zulia. Los niños se seleccionaron al azar. El estudio se desarrolló entre febrero a julio 2015, bajo los siguientes criterios de inclusión: género masculino y femenino, asintomático, sin procesos infecciosos activos, no anémicos, con estado antropométrico-nutricional normal. Previo consentimiento informado por parte de sus representantes, se les realizó una evaluación antropométrica y clínica por especialistas. Este estudio se realizó bajo las normas de ética para investigaciones en humanos, Declaración de Helsinki, 2000.⁽¹¹⁾

Para realizar la comparación planteada, los investigadores realizaron una búsqueda de artículos en bases de datos: Scielo, Dialnet, repositorio de biblioteca digital de Serbiluz. Para la recolección de los datos se creó una matriz en excell con la identificación de título de artículo, autores, país, características tipo de estudio, método aplicado, edad y resultados de los valores sérico de Zn; que cumplieran con los criterios de inclusión. Se tomaron artículos publicados en español e inglés; que cumplieran con los objetivos del estudio; publicados

entre 2004 a 2018, disponibles en su totalidad. Se excluyeron disertaciones, tesis y manuales. La búsqueda se produjo entre febrero a abril del 2018 en las bases de datos con los siguientes descriptores: determinación de Zn, crecimiento, desarrollo y nutrición del niño. Se obtuvieron 20 artículos, se excluyeron 10 artículos y se eliminaron 4 por la lectura del título y 9 por el resumen y años que no se ajustó con el problema de investigación. La muestra final fueron 10 artículos. El análisis de datos se realizó mediante el análisis de contenido temático.

Para la evaluación antropométrica, se trabajó con las variables: edad, sexo, peso y talla. Para la toma de peso (P) se utilizó como instrumento una balanza médica marca Detecto Modelo 439S Capacidad 400 Lb x 4 oz. Patriot Made in EE. UU., con tallímetro incorporado; antes de iniciar la actividad se calibró la balanza. Entre un sujeto y otro el instrumento se llevó a cero, la balanza permaneció en una superficie plana para mayor precisión. El niño o la niña estuvieron descalzos, con un mínimo de ropa, en posición adecuada. Para la toma de talla a las niñas se les eliminó los arreglos del cabello. El peso se registró en kilogramos (kg) y la talla (T), se registró en metros (m).

Para la interpretación de estos datos se hizo uso de las normas establecidas en las Gráficas del Proyecto Venezuela y las del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas.⁽¹²⁾ Se construyeron indicadores de dimensión corporal: peso/talla (PT), talla/edad (TE) y peso/edad (PE). Cada indicador se comparó con la población de referencia sugerida por la Organización Mundial de la Salud.⁽¹³⁾ Se consideró alto a todo valor mayor que el percentil 90 de referencia (PT, TE y PE); normal: valor mayor que el percentil 10 e igual o menor que el percentil 90 de la referencia (PT, TE y PE); bajo: valor igual o menor que el percentil 10 de la referencia (PT y PE), valor igual o menor que el percentil 3 de la referencia (TE); zona crítica negativa: valor mayor al percentil 3 e igual o menor que el percentil 10 de la referencia (TE). Para obtener así el diagnóstico antropométrico-nutricional presuntivo.

Para los niños que ya habían alcanzado una estatura mayor de 1,45 cm y más de 1,35 cm en niñas, se aplicó talla para la edad (T/E), además el indicador: índice de masa corporal (IMC) o quetelet, según edad y sexo: $(IMC) = \text{peso (en kg)} / \text{altura (en m)}^2$ ⁽¹²⁾

Para la toma de muestras sanguíneas, se emplearon estrictos controles de calidad a fin de evitar la contaminación antes y durante la toma, especialmente en lo relacionado con la limpieza del ambiente, así como también al lavado y manipulación del material utilizado. El muestreo se realizó entre las 7:30 a.m. y 9:30 a.m. en condiciones de ayuno. Se colectaron 5 mL de sangre periférica, previa limpieza del pliegue de flexión del codo con alcohol isopropílico, por punción venosa de la vena cubital anterior. Una vez extraídas las muestras, se colocaron en tubos de polipropileno químicamente limpios (libres de metales), con heparina sódica y anticoagulante (EDTA).

Seguidamente, se separó una alícuota para la determinación de hemoglobina y el resto de la muestra de sangre se centrifugará a 4500 r.p.m. por 10 min. El plasma obtenido se repartió en alícuotas en tubos eppendorf debidamente identificados. Las muestras se trasladaron desde el sitio, bajo estas condiciones hacia las instalaciones del laboratorio, donde se realizaron los análisis químicos.

Para la determinación de la concentración de zinc, las muestras se analizaron mediante espectrometría de absorción atómica de llama utilizando un equipo Perkin-Elmer, modelo 2380, EE. UU., provisto de un mechero con una ranura de 10 cm y la llama de aire-acetileno; como fuente de radicación se emplearon lámparas de cátodo hueco (HCL) para zinc. Para la mineralización de las muestras se usó la digestión húmeda en medio básico a presión atmosférica y sin calentamiento, para ello, se colocaron las muestras de suero sanguíneo en matraces de 2 mL; se les añadió 750 µL de hidróxido de amonio a 0,2 M y una gota de 1-Octanol para evitar la formación de espuma; seguidamente se añadieron 250 µL de peróxido de hidrógeno y se dejó estabilizar durante 24 h; finalmente se aforaron en balones volumétricos de 2 mL con agua desionizada.⁽¹⁴⁾ Para conocer el riesgo de DZn en los escolares, se consideró como punto de corte $< 0,70 \mu\text{g/mL}$, propuesto por *De Benoist* y otros⁽¹⁵⁾ y se consideraron normales valores $> 0,70 \mu\text{g/mL}$; las concentraciones de zinc se expresaron en $\mu\text{g/mL}$.

Los datos de las mediciones realizadas se procesaron con el programa de análisis estadístico SPSS, versión 11.0; mediante un análisis explorativo se evaluó la distribución de la muestra. Los resultados fueron expresados como valores promedios \pm desviación estándar ($\bar{X} \pm \text{DE}$). Se aplicó la prueba de análisis de t de Student y correlación de Pearson. La relación de las variables obtenidas en las determinaciones de cada grupo, se analizaron empleando el test de correlación de Pearson. Se tomó como índice de confianza el 95 % y se consideró significativo todo valor de probabilidad menor a 0,05 ($p < 0,05$).

Resultados

Se estudiaron 116 niños con estado antropométrico–nutricional normal, se encontró mayor frecuencia de niñas (52,6 %) entre siete y doce años de edad, edad promedio de 8 años y 9 meses para las niñas y de 8 años y 5 meses para los niños, con un peso promedio de 25,21 kg y una talla promedio de 124,49 cm para las niñas, y un peso promedio 25,07 kg y una talla promedio de 125,75 cm para los niños.

Se encontraron concentraciones de Hb: $11,35 \pm 0,74$ a $11,49 \pm 0,79$ y Hto: $36,18 \pm 2,10$ a $36,94 \pm 2,52$. Se consideró como anemia leve: 10 a 11,9 g/dl.

En la tabla 1 se aprecia una concentración de zinc sérico en los niños de 0,49 $\mu\text{g/mL}$, y en las niñas de 0,50 $\mu\text{g/mL}$. La concentración de zinc sérico por debajo de 0,70 $\mu\text{g/mL}$, sugiere un DZn por una nutrición inadecuada. El 100 % de los niños estudiados presentaron concentraciones de zinc sérico entre 0,50 $\mu\text{g/mL}$ y 0,49 $\mu\text{g/mL}$; los valores de zinc séricos hallados fueron ligeramente mayores en las niñas.

Tabla 1 - Concentraciones promedio de zinc distribuidos según sexo

Variable	Género	N	Media	Deviation estándar	Error de la media
Zinc ($\mu\text{g/mL}$)	Femenino	61	0,50	0,11	0,01
	Masculino	55	0,49	0,12	0,02

El 100 % de los niños estudiados presentaron concentraciones de zinc sérico entre 0,50 y 0,49 $\mu\text{g/mL}$.

En la tabla 2 se presenta estudios realizados en cuatro países latinoamericanos entre 2004 y 2018: seis de Venezuela, dos de Brazil, uno de Colombia y de Bolivia, respectivamente. Se aprecia en su mayoría concentraciones de zinc entre 0,32-95,2 $\mu\text{g dL}$ en edades entre 1 a 15 años. Se trata de estudios cuantitativos, descriptivos, transversal, correlacional, y el método aplicado fue la espectrofotometría de absorción atómica de llamas, espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), y espectrometría de masas también con plasma inductivamente acoplado (IPC-MS) (Tabla 2).

Tabla 2 - Concentraciones séricas de zinc en escolares de cuatro países Latinoamericanos, 2004-2018

Título de artículo	Autor -Año	País	Tipo de estudio	Método aplicado	Grupo de edad (años)	Concentración Zn sérico (µg/dL)
Situación nutricional de hierro, cobre y zinc en escolares de Tacopaya, Bolivia	Weisstaub S, Bustos M, Olivares M, Duran C, Castillo M (2004)	Bolivia	Transversal	Espectrofotometría de absorción atómica de llama.	Escolar	< 75,0
Crecimiento y concentraciones de vitamina A, hemoglobina y zinc en niños pre-escolares del noreste de Brasil	Figueroa D, Pedraza D de Queiroz, A, de Azevedo, Paiva M. (2014)	Brazil	Transversal	Espectrofotometría de absorción atómica de llama	Prescolar	78,4
Zinc sérico en menores de 15 años de una comunidad rural del estado Lara.	Peña YB, Papele JF, Torres M, Mendoza N, Rodríguez GD, Rodríguez D. (2008)	Venezuela	Descriptivo corte transversal	Espectrofotometría de absorción atómica de llama	< 15	83,0 ± 18,0
Zinc y cobre sérico y relación zinc/cobre en un grupo de niños del sur de Valencia.	Acosta E, Galdona E, Barón MA, Páez MC, Velásquez E, Solano L (2010)	Venezuela	Descriptiva, correlacional transversal	Espectrofotometría de absorción atómica de llama	4- 14	84,2
Factores asociados a la deficiencia de zinc en niños colombianos.	Martínez J, Ramírez Vélez R. (2014)	Colombia	Descriptiva, transversal	Espectrofotometría de absorción atómica de llama	1 a 5	78,5
Concentraciones plasmáticas de hierro, cobre y zinc en escolares Bari.	Maury E, Mattei A, Perozo K, Bravo A, Martínez E, Vizcarra M (2010).	Venezuela	Descriptivo	Espectrofotometría de Absorción atómica en Llamas	6 a 12	0,32 ± 0,04
Estado nutricional antropométrico y niveles plasmáticos de hierro, cobre y zinc en niños de edad preescolar de la etnia Añú de la Laguna de Sinamaica.	Colmenares A, Ávila F, Romano E. (2016)	Venezuela	Descriptiva, correlacional, explicativa y experimental	Espectrofotometría de absorción atómica de llama	3 a 6	0,37 ± 0,22

Relación entre consumo y niveles Séricos de Zinc	Romero D, Rodríguez A, Bravo A, García D, Souki A, Montilla B. (2014)	Venezuela	Descriptivo correlacional	Espectrometría de masas plasma inductivamente acoplado (IPC-MS).	6 a 12	15,37 ± 22,82
Association between serum zinc level and hypercholesterolemia and insulin resistance in Brazilian children	Martins de Albuquerque F, y otros (2018)	Brazil	Transversal con muestra representativa	Espectrofotometría de Absorción atómica en Llamas.	8 a 9 prepuberes	Promedio de 95,2 para ambos sexos
Zinc, cobre y vitaminas C, E y A en púberes con exceso de peso y resistencia a la insulina	Acosta García E, y otros (2017)	Venezuela	Descriptivo, correlacional con corte transversal	Espectrometría de emisión óptica plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)	Adolescentes púberes de ambos sexos entre 12 y 15 años	Masculinos de 0,88 (0,13) µg/dL. 0,86 (0,16) µg/dL en el sexo femenino

Discusión

En cuanto al diagnóstico presuntivo antropométrico nutricional normal: valor mayor que el percentil 10 e igual o menor que el percentil 90 de la referencia (PT, TE y PE).⁽¹²⁾ En relación con los valores de la hemoglobina expresa que por debajo 11,5 g/dL para los niños de 5 a 11 años; también es equivalente un valor mínimo de hematocrito menor de 33 %.⁽¹⁶⁾ Por otra parte, en cuanto al punto de corte establecido < 0,70 µg/mL, propuesto por *De Benoist* y otros, se consideraron valores normales > 0,70 µg/según *International Zinc Nutrition Consultative Group (IZINCG)*.^(15,17)

Los niños del estudio presentaron estado antropométrico-nutricional normal con concentraciones de zinc séricos por debajo de 0,70 µg/mL con valores promedios de 0,49 µg/dL. Estos resultados estuvieron por debajo (75 µg/dL) de los hallados por *Weisstaub*.⁽¹⁷⁾ De igual forma, la DZn en los escolares estudiados (100 %) fue superior a la publicada en el estudio de *Grandy* y otros,⁽¹⁸⁾ donde evaluaron la DZn en menores de 5 años bolivianos del área urbana y encuentran que el 32 % de los menores de 3 años eutróficos tenían DZn menor a 10 uml/L en sangre.

Estudio realizado en niños venezolanos del Estado Zulia ($0,91 \pm 0,11 \mu\text{g/mL}$)⁽¹⁹⁾ y en una población de escolares del Estado Mérida, ($0,78 \pm 0,14 \mu\text{g/mL}$),⁽²⁰⁾ resultados superiores a la investigación donde el 100 % de los escolares estudiados presentaron bajas concentraciones séricas de zinc ($0,49 \mu\text{g/mL}$). El elevado porcentaje de niños con DZn hallados en la población objeto de estudio permitió inferir que existe deficiencia en el consumo de alimentos fuente de este nutriente. Según el IZINCG, si más de 20 % de la población estudiada presenta una concentración sérica de Zinc por debajo del punto de corte, el grupo poblacional puede considerarse estar en riesgo de DZn.⁽¹⁵⁾

Según *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES II)⁽²¹⁾ la prevalencia de DZn en niños estadounidenses entre 9-19 años estuvo muy por debajo (1-1,3 %), resultados considerados inferiores a los encontrados en la mayoría de los estudios en escolares de países latinos realizados entre 2004-2018.^(17,22,23,24,25,26,27,28,29,30) Cabe destacar que tanto los resultados de la investigación ($0,49-0,50 \mu\text{g/mL}$) con una prevalencia de DZn de 100 %, como los resultados de otros estudios, *Maury* y otros, ($0,32 \pm 0,04 \mu\text{g/dL}$),⁽²⁶⁾ *Colmenares* y otros, ($0,37 \pm 0,22 \mu\text{g/dl}$)⁽²⁷⁾ estuvieron por debajo del punto de corte esperado ($0,70 \mu\text{g/mL}$). Diferentes estudios^(27,28,29) muestran concentraciones de zinc sérico inferior a $0,70 \mu\text{g/mL}$ y otros, entre ($0,15 \mu\text{g/mL}$ y $0,65 \mu\text{g/mL}$), resultados similares a nuestro estudio., con niveles de zinc ($0,49 \mu\text{g/mL}$).

En cuanto a la determinación de zinc en escolares de ambos sexos de países Latinos, los resultados donde se aplicó el método de absorción atómica de llama, en su mayoría arrojaron valores de zinc entre 78,42 y 84.2 $\mu\text{g/mL}$.^(22,23,24,25) Se recomienda ampliar las investigaciones para determinación de zinc sérico aplicando diferentes métodos y técnicas, para así establecer comparaciones.

Está demostrado que la DZn se observa no solo en niños desnutridos sino también en niños eutróficos.⁽¹⁸⁾ Esta variación de resultados pudiera ser atribuida a factores tales como: manejo inadecuado de la muestra en las investigaciones realizadas, metodología inapropiada, o variaciones interindividuales.⁽³¹⁾ Tal parece que los resultados están indicando que los elementos trazas se modifican por los hábitos alimentarios, lo que condiciona la diferencia de concentraciones no solo de acuerdo al área geográfica, sino dentro de una misma región o país.

En un estudio realizado por *Martins de Albuquerque* y otros,⁽²⁹⁾ en escolares prepúberes, la media de la concentración sérica de Zn fue de 95,2 µg/dL para ambos sexos, resultados esto que son mayores en comparación con los encontrados en este estudio (promedio 0,49 µg/mL). Por otra parte, *Acosta García*. y otros,⁽³⁰⁾ en adolescentes púberes hallan concentraciones de Zn de 0,88 µg/dL en masculino y 0,86 µg/dL en el sexo femenino.

Para *Guevara*, y otros,⁽³²⁾ en su estudio sobre la prevalencia de DZn realizado en escolares ecuatorianos entre 6 a 10 años, encuentran que las concentraciones de zinc en el grupo 1 (recibieron leche entera con valores de zinc en 1,96 mg) pasó de 24/173 (13,9 %) al inicio del estudio a 9/164 (5,5 %) al final del estudio, mientras que en el grupo 2 (recibieron leche fortificada con zinc en 7,16 mg y otros micronutrientes) pasó de 20/155 (12,9 %) a 6/152 (3,9 %), respectivamente, En la investigación presentada se encontraron que las concentraciones en el 100 % de los escolares estaban por debajo de 0,70 µg/mL.

El estudio conto con limitaciones financieras para analizar los valores séricos de zinc a una población mayor de escolares.

Se concluye que los niños mostraron concentraciones de zinc séricos por debajo de los valores promedios establecidos. Es necesario implementar estrategias alimentarias para mejorar el estado nutricional del zinc en las poblaciones pediátricas en países de Latinoamérica.

Se recomienda realizar acciones cuyo fin sea concientizar a los padres de los niños sobre la importancia del zinc en la alimentación.

Referencias bibliográficas

1. Payne G, De Isaacs L. Human Motor Development. A Lifespan Approach. Routledge. 9na ed. Abingdon, Reino Unido: Routledge; 2017 [acceso 4/04/2018]. Disponible en: https://scholar.google.com.co/scholar?q=Isaacs.+Human+Motor+Development+A+Lifespan.+Routledge.+2017&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar
2. Mensin GB, Fletcher R, Gurinovic M, HuybrechtsI Lafay L, Serra L, *et al.* Mapping low intake of micronutrients across Europe. British J Nutr. 2013 [acceso

4/04/2018];110(4):755-73. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/3030D01830361125149A3BD9514F5A61/S000711451200565Xa.pdf/mapping_low_intake_of_micronutrients_across_europe.pdf

3. Guilbert JJ. The World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Abingdon Educ Health. [acceso 4/04/2018];16(2). Disponible en: https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ePuQi1PtY_cC&oi=fnd&pg=PR9&dq=educating+risks,+promoting+healthy+life&ots=N3G7bSAeRo&sig=UAsem14r5BCGmGNao_sCMocIWzbU#v=onepage&q=reducing%20risks%2C%20promoting%20healthy%20life&f=false

4. Penny ME. Usos de complementos de zinc en salud pública. Ann Nutr Metab. 2013 [acceso 4/04/2018];62(suppl 1):31-42. Disponible en: http://beneficios-del.com/wp-content/uploads/2016/01/03-ZincSupple_articulo_71_1.pdf

5. Cediel G, Olivares M, Brito A, Cori H, de Romana DL. Zinc deficiency in Latin America and the Caribbean. Food Nutr Bull. 2015 [acceso 4/04/2018];36(suppl 2):129-38. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0379572115585781>

6. Anido JD. Demanda de energía alimentaria, abastecimiento e ingesta de nutrientes en Venezuela: Principales cambios e implicaciones. Rev Española Estudios Agro sociales Pesqueros. 2015 [acceso 4/04/2018];(240):146-147. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REEAP/Pdf_REEAP_r240_109_160.pdf

7. Bohórquez M, Granadillo J, Guanipa F, Guevara S, Guerrero M, Sánchez J. SP-031: Desnutrición Proteico Calórica Como Causa de Muerte en Niños de Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela. Academic One File. 2015 [acceso 4/04/2018];58(1):769. Disponible en: <http://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA505840652&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=05355133&p=AONE&sw=w>

8. González A, Certad P. Análisis de la dieta consumida por niños y niñas en educación inicial durante la rutina diaria. Vivat Academia. Rev Comunicac. 2017 [acceso 4/04/2018];(141):1-38. Disponible en: <http://www.vivatacademia.net/index.php/vivat/article/view/1031/1243>

9. International Food Policy Research Institute. Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact. Ending Malnutrition by 2030. 2016. Washington, D. C.: Institute; 2016 [acceso 4/04/2018]. Disponible en: <http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/130354/filename/130565.pdf>
10. FAO, FIDA, OMS, PMA, UNICEF. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación; 2017 [acceso 4/04/2018];1-144. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-I7695s.pdf>
11. Manzini J. Declaración de Helsinki, principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. Análisis de la 5ª. Reforma, aprobada por la Asamblea general de la asociación médica mundial en octubre de 2000 en Edimburgo. Acta Bioética, 2000;6(2):320.
12. Méndez Castellano H, López M, Benjamín C, Maza Zavala D, González I. Estudio nacional de crecimiento y desarrollo humanos de la República de Venezuela. Caracas: Ministerio de la Secretaría de la República de Venezuela, Centro de Estudios Biológicos para el Crecimiento y Desarrollo de Poblaciones de Venezuela (FUNDACREDESA); 1996.
13. World Health Organization. Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: WHO; 2006.
14. Fernández D, Vásquez A, Villamil A, Ocando G, Manzanilla J, Pereira A. Metodologías analíticas para la determinación de Cu y Zn en suero sanguíneo de niños zulianos con deficiencias nutricionales por ETA-AAS. Ciencia. 2013. [acceso 13/04/2018];20(4):244-253. Disponible en: <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/ciencia/article/viewFile/10059/10046>
15. De Benoist B, Darnton-Hill I, Davidsson L, Fontaine O, Hotz C. Conclusions of the joint WHO/UNICEF/IAEA/IZiNCG interagency meeting on zinc status indicators. Food Nut bull. 2007 [acceso 13/04/2018];28(suppl 3):S480-S484.
16. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra: OMS; 2011.

17. Weisstaub SG, Bustos M, Olivares M, Castillo DC, Araya M. Situación nutricional de hierro, cobre y zinc en escolares de Tacopaya, Bolivia. Rev Bol Ped, 2004 [acceso 9/04/2018];43(2):77-80. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752004000200004&lng=es
18. Grandy G, Weisstaub G, López D. Deficiencia de hierro y zinc en niños. Rev Bol Ped. 2010 [acceso 03/02/2018];49(1):25-31. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752010000100005&lng=e
19. Estévez J, Chacín L, Bonilla E, Villalobos R. Concentraciones séricas de cobre y zinc en una población suburbana del Estado Zulia (Venezuela). Inv Clinic. 1988 [acceso 02/04/2018];29(3):97-109. Disponible en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/investigacion/article/view/9015/9005>
20. Alarcón MO, Reinoso FJ, Silva TM, Angarita C, Terán E, Navas M. Serum level of zn, cu and fe in healthy schoolchildren residing in Mérida, Venezuela. Arch Latin Nutric. 1997 [acceso 02/04/ /2018];47(2):118-22.
21. Pilch SM, Senti FR. Analysis of zinc data from the second National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II). J Nutr. 1985[acceso 09/06/2019];115(11):1393-7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2012/sal122f.pdf>
22. Figueroa D, De Queiroz D, de Azevedo A, Lins MA, Nanes Z. Seguridad alimentaria, crecimiento y niveles de vitamina A, hemoglobina y zinc en niños preescolares del nordeste de Brasil. Ciênc. Saúde Colect. 2014 [acceso 04/04/2018];19(2):641-50.
23. Peña YB, Papale JF, Torres M, Mendoza N, Rodríguez GD, Rodríguez D, et al. Zinc sérico en menores de 15 años de una comunidad rural del estado Lara. An Venez Nutr. 2008 [acceso 01/04/2018];21(2):77-84. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-07522008000200004&script=sci_arttext&tlng=en
24. Acosta E, Galdona E, Barón MA, Páez MC, Velásquez E, Solano L. Zinc y cobre séricos y la relación zinc/cobre en un grupo de niños del sur de Valencia, Venezuela. Acta Bioquím

Clín Latinoam. 2010 [acceso 07/02/2018];44(1):295-7. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572010000100004&lng=es

25. Martínez J, Ramírez R. Factores asociados a la deficiencia de zinc en niños colombianos: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2010, estudio transversal. Nut. Hosp. 2014 [acceso 10/04/2018];29(4):832-7. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000400015&lng=es. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.4.7226>

26. Maury E, Mattei A, Perozo K, Bravo A, Martínez E, Vizcarra M. Niveles Plasmáticos de Hierro, Cobre y Zinc en escolares Barí. Pediatr (Asunción) 2010 [acceso 06/02/2018];37(2):112-7. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-98032010000200006&lng=en

27. Colmenares AC, Romano FE. Estado Nutricional Antropométrico y Niveles Plasmáticos de Hierro, Cobre y Zinc en Niños en Edad Preescolar de la Etnia Añú de La Laguna de Sinamaica. Antropop. 2016 [acceso 04/04/2018];35:19-31. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5724889>

28. Romero D, Rodríguez A, Bravo A, García D, Souki A, Montilla B. Relación entre consumo y niveles séricos de zinc, hierro y cobre en niños escolares. Redieluz. 2014; 4(2):31-8.

29. Martins de Albuquerque F, De Santis M, Filgueiras N, Pereira Rocha AP, Pereira Castro L, Cupertino Milagres MC. Association between serum zinc level and hypercholesterolemia and insulin resistance in Brazilian children. Cad Saúde Pública. 2018 [acceso 04/04/2018];34(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00175016>

30. Acosta García E, Carías D, Páez M, Naddaf V, Domínguez Z. Zinc, cobre y vitaminas C, E y A en púberes con exceso de peso y resistencia a la insulina Acta Bioquím Clín Latinoam. 2017;51(2):203-12.

31. Cornelis R, Versieck R. Critical evaluation of the literature values of eighteen trace elements in human serum or plasma. In: Bratter P, Schramel P, editors. Trace elements analytical chemistry in medicine and biology. Berlin; De Greyter; 1980. p. 587-92.

32. Guevara DA, Reyes S, López M, Flores N, Aguirre S, Muñoz EB. Impact of milk based micronutrient supplementation in school children in Quito-Ecuador Nutr Hospitalaria. 2018 [acceso 04/04/2018];35(1):50-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1353>

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Declaración de contribución autoral

Carmen Carrero González: evaluación antropométrica: toma de peso y talla de 58 escolares, redacción del documento, captación de la población muestra de los sujetos del estudio, búsqueda en las líneas de investigación.

Gloria Lastre-Amell: evaluación antropométrica: toma de peso y talla de 58 escolares Intervención en la redacción de documento. Búsqueda en las líneas de investigación.

María Alejandra Oróstegui-Santander: análisis estadístico y de resultados, aplicabilidad de pruebas estadísticas, método estadístico y tipo de estudio. Hoja de cálculo.

Mariela Suarez-Villa: análisis de la data según punto de corte del Zn, Hb y Hto y percentiles. (P/T; P/E; T/E IMC).

Linda Lorena Ruiz Escorcía: preparación del equipo para la toma de muestra en los sujetos evaluados, en (Hb, Hto, Zn), aplicabilidad de normas y lineamientos del documento.