



Red de Investigación Estudiantil de la Universidad del Zulia
Revista Venezolana de Investigación Estudiantil

REDIELUZ

Sembrando la Investigación Estudiantil

Vol. 15 N° 2

Julio - Diciembre 2025



ISSN: 2244-7334
Depósito Legal: pp201102ZU3769



VAC

Universidad del Zulia
Vicerrectorado Académico

ASOCIACIÓN DEL CONSUMO DE MINERALES Y OLIGOELEMENTOS CON LOS COMPONENTES DEL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES

Consumption of minerals and trace elements in children and adolescents and the components
of the metabolic syndrome

Luisandra González Inciarte¹, Aida Souki Rincón^{1,2}, Marianais Urbina Sánchez¹, Rebeca

Blanco Rincón¹, Doris García Camacho¹, Gabriel Ruiz²

¹Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia

²Doctorado en Ciencias de la Salud, División de Posgrado, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7224-8326>, <https://orcid.org/0000-0002-4929-8800>, <https://orcid.org/0009-0002-8435-1520>, <https://orcid.org/0009-0003-6343-0040>, <https://orcid.org/0000-0002-5683-2186>, <https://orcid.org/0000-0001-8815-4423>,
luisandragonzalez@gmail.com

RESUMEN

Los minerales y oligoelementos constituyen micronutrientes esenciales para el organismo humano. El objetivo principal de este estudio de investigación fue evaluar el consumo de minerales y oligoelementos en niños y adolescentes que presenten componentes del síndrome metabólico (SM). Materiales y métodos: Se llevó a cabo un estudio descriptivo de campo con un enfoque analítico correlacional, en el que se evaluaron 269 participantes. El consumo de minerales y oligoelementos fue evaluado a través de entrevistas dietéticas estructuradas, las cuales proporcionaron información detallada acerca de los hábitos y preferencias alimentarias, así como la frecuencia de consumo de alimentos. Para el análisis de resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows versión 21. Resultados: En el presente trabajo se encontró que el 59% de los niños y adolescentes evaluados mostraron más de 3 criterios para SM; un consumo general de energía y macronutrientes de normal a bajo, alto en sodio, bajo en calcio y potasio, alto en hierro y zinc, pero bajo en manganeso, yodo y cobre; asimismo, la asociación entre los componentes del SM y la ingesta de minerales y oligoelementos fue estadísticamente significativa y directa entre el fósforo y las presiones arteriales (PAS y PAD), entre el sodio y los criterios: CC, PAS y PAD, sin

embargo, la relación fue inversa entre el Zinc y los TAG, y entre el magnesio y la CC. Conclusiones: el inadecuado consumo de minerales y oligoelementos puede predisponer a los niños y adolescentes a desarrollar componentes del SM.

Palabras clave: Síndrome metabólico, minerales, oligoelementos, dieta.

ABSTRACT

Minerals and trace elements are essential micronutrients for the human body. The main objective of this research study was to evaluate the consumption of minerals and trace elements in children and adolescents with components of metabolic syndrome (MS). Materials and methods: A descriptive field study with a correlational analytical approach was conducted, in which 269 participants were evaluated. The consumption of minerals and trace elements was evaluated through structured dietary interviews, which provided detailed information about dietary habits and preferences, as well as the frequency of food consumption. The consumption of minerals and trace elements was evaluated through structured dietary interviews, which provided detailed information about eating habits and preferences, as well as the frequency of food consumption. The SPSS statistical package for Windows version 21 was used to analyze the results. Results: In this

study, it was found that 59% of the children and adolescents evaluated showed more than 3 criteria for MS; an overall energy and macronutrient intake that was normal to low, high in sodium, low in calcium and potassium, high in iron and zinc, but low in manganese, iodine, and copper; likewise, the association between the components of the MS and the intake of minerals and trace elements was statistically significant and direct between phosphorus and blood pressure (SBP and DBP), between sodium and the criteria: CC, SBP, and DBP; however, the relationship was inverse between zinc and TAG, and between magnesium and CC. Conclusions: Inadequate consumption of minerals and trace elements may predispose children and adolescents to developing components of MS.

Keywords: Metabolic syndrome, minerals, trace elements, diet.

Recibido: 12-11-2025 Aceptado: 25-11-2025

INTRODUCCIÓN

La alimentación saludable es fundamental para mantener la salud y prevenir enfermedades, debe ser completa, variada y adaptada a las necesidades individuales, además de contener los nutrientes esenciales que incluyen proteínas, carbohidratos, grasas, una buena proporción de fibra, vitaminas, minerales, oligoelementos y agua. Diferentes estudios han mostrado que patrones dietarios saludables se asocian con una menor prevalencia de Síndrome Metabólico (SM), mientras que dietas occidentalizadas, caracterizadas por elevado contenido de sal, carnes rojas procesadas, azúcares refinados, grasas y poca fibra; se han relacionado con un incremento en el riesgo de SM, una condición genéticamente determinada y afectada por factores ambientales (inactividad física, dieta inadecuada) y caracterizada por resistencia a la insulina, trastornos metabólicos, presión arterial elevada, alteración de los lípidos plasmáticos y obesidad, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Ambroselli et al., 2023)

El SM es un grupo de factores de riesgo cardiovascular que se inician cada vez más en la infancia y la adolescencia y se asocian con una alta probabilidad de sufrir enfermedades crónicas en el futuro en la edad adulta. Este síndrome involucra resistencia a la insulina y que están impulsados por factores subyacentes, como la obesidad visceral, la inflamación sistémica y la disfunción celular (adipocitos, miocitos y hepatocitos), y estrés oxidativo. (DeBoer, 2019)

Mientras que la valoración del SM en adultos se fundamentó en estándares fijados por entidades nacionales o internacionales, su diagnóstico en niños y adolescentes no ha sido tan preciso. La mayoría de los análisis se han fundamentado en adaptaciones basadas en criterios de adultos, otros criterios han reconocido los cambios que se efectúan gradualmente a lo largo de la adolescencia, en los rangos normales de los componentes individuales, con puntos de corte que se modifican con el tiempo. (DeBoer, 2019)

A nivel mundial, existe una alta prevalencia (10%) de SM en niños y adolescentes, sin embargo, existe una importante variabilidad (6-12%) en la prevalencia del SM en niños y adolescentes siendo menor en países como Argentina, Colombia, Guatemala, México y Paraguay pero mayor en Brasil, Canadá y Venezuela (Pierlot et al., 2017). En este último, se ha demostrado que la prevalencia del SM muestra gran diversidad, entre niños y adolescentes severamente obesos y los moderadamente obesos, por lo que está demostrado que la misma se relaciona directamente con el grado de obesidad (Macias Tomei, 2009). El estado Zulia, no queda exento de esta problemática, ya que hay estudios en los cuales se observa que independientemente del criterio empleado, la mayoría de los casos de niños y adolescentes diagnosticados con SM, pertenecían al grupo con obesidad (Vargas et al., 2011).

Por otra parte, algunos estudios han apoyado que la ingesta de alimentos altamente procesados se asocia con un riesgo 2,5 veces mayor de SM (Tavares et al., 2012), y la ingesta de bebidas azucaradas (en comparación con las que no) se relacionó con un riesgo 5 veces mayor de SM (Chan et al., 2014). La alimentación de los jóvenes se caracteriza por el consumo de alimentos rápidos y poco nutritivos, omitiendo comidas como el desayuno. Es importante evaluar el tipo, cantidad y calidad de alimentos en la población infantil, ya que tienden a llevar un estilo de vida poco saludable por falta de educación nutricional, lo que podría desencadenar alteraciones cardiometabólicas, al no incluir de manera adecuada los macronutrientes y micronutrientes como los minerales y oligoelementos, que son esenciales para garantizar un buen estado de salud. Estos nutrientes desempeñan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo infantil, así como en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Pierlot et al., 2017).

En este mismo orden de ideas, se han identificado deficiencias en el consumo de minerales y oligoelementos, los cuales ya sea directa o indirecta-

mente, están asociados con el estrés oxidativo que conduce a la resistencia a la insulina o diabetes, conocidos como componentes para el diagnóstico del SM (Dubey et al., 2020). De manera que se hace necesario el aporte de estos en la dieta habitual para disminuir la incidencia del SM en niños y adolescentes y mejorar la calidad de vida, su desarrollo y disminuir la prevalencia de la enfermedad en la adultez. Por lo que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo asociar el consumo de minerales y oligoelementos en niños y adolescentes que presenten componentes del SM.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación no experimental, transversal y de carácter correlacional, se llevó a cabo en niños y adolescentes escolarizados que asistieron a las Jornadas de atención integral, para el estudio sobre los factores endocrino-metabólicos implicados en el riesgo de aterosclerosis, realizadas en el Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas “Dr. Félix Gómez” (CIEM), Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela en el periodo 2010-2016. Se evaluaron 269 niños y adolescentes de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 6 y 17 años, que presentaran al menos un criterio del SM, se excluyeron los que padecían diabetes, hipertensión, ovario poliquísticos, enfermedad renal u otras patologías asociadas. Todos los procedimientos de la investigación siguieron los lineamientos según la Declaración de Helsinki (Abajo, 2001) y aprobado por el comité de bioética del Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas “Dr. Félix Gómez”

Evaluación Integral.

A todos los sujetos que formaron parte de la muestra, se les realizó una evaluación integral que incluyó parámetros clínicos, bioquímicos, antropométricos, y dietéticos. Para identificar la presencia de componentes del SM en la población evaluada, se utilizaron los criterios de Cook et al, (Circunferencia de Cintura (CC) \geq percentil 90, triacilglicéridos (TAG) \geq 110 mg/dL, Colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) \leq 40 mg/dL, Presión arterial \leq percentil 90) y la Glucemia basal (GluB) \geq 99,9 mg/dl, tomando en cuenta las recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes (Agirbasli y otros, 2016) y los criterios establecidos por la IDF (Federación Internacional de Diabetes) (Zimmet et al., 2007).

Evaluación clínica y antropométrica.

La medición de marcadores clínicos como Presión arterial sistólica y diastólica (PAS, PAD) fue realizado por un médico pediatra mediante la utilización del tensiómetro manual marca Bluemed, se diagnosticó hipertensión arterial utilizando los percentiles para edad y sexo en las gráficas publicadas por la Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría (SVPP, 1993).

La evaluación antropométrica consistió en la medición de la CC, el peso y talla, realizadas según las técnicas de cineantropometría estándar establecidas para cada variable. (García-Avenida & Pérez, 2002) (Vargas et al., 2011). A través de estas medidas se obtuvo el IMC, mediante la fórmula de Quetelec [$\text{Peso} / (\text{talla})^2$]; para su diagnóstico se utilizaron las tablas de crecimiento infantil de la Organización Mundial de la Salud (OMS) según edad y sexo. (OMS, 2007). Para el diagnóstico de la CC se utilizaron las tablas de percentiles de circunferencia de cintura en niños y adolescentes del Municipio Maracaibo del Estado Zulia (Vargas et al., 2011).

Evaluación bioquímica.

Para la determinación de las pruebas bioquímicas, previo ayuno de 12 horas, se extrajo a cada sujeto 10 mililitros de sangre periférica mediante punción venosa. Seguidamente, se determinaron los siguientes parámetros mediante métodos enzimáticos colorimétrico (Human Gesellschaft für Biochemica und Diagnostica mbh): HDL-c (mg/dL), colesterol total (CT, mg/dL), y los TAG (mg/dL); estas muestras fueron procesadas en el laboratorio del CIEM. Las relaciones resultantes se compararon con los valores de referencia establecidos por el Panel de Expertos sobre las Directrices Integradas para la Salud Cardiovascular y la Reducción del Riesgo en Niños y Adolescentes, respaldados por la Academia Americana de Pediatría (SVPP, 1993).

Evaluación Dietética

El consumo de minerales y oligoelementos, se obtuvo a través de un recordatorio de 24 horas que se aplicó directamente a los adolescentes en edades comprendidas entre 12-17 años, mientras que los niños entre 6-11 años fueron entrevistados en presencia de sus padres o representantes. (Arias, 2012). Se calculó del consumo de calorías diarias, macronutrientes totales (proteínas, grasas, carbo-

hidratos), minerales (calcio, fósforo, magnesio, sodio y potasio) y oligoelementos (hierro, zinc, manganeso, yodo y cobre) (INN, 2012); y se estimó el porcentaje de adecuación, (INN, 2018); estableciéndose como estándar los siguientes categorías: Bajo consumo <90, Consumo adecuado (normal) 90-110%, Alto consumo >110%. (Hernández et al., 2021).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico para ciencias sociales SPSS para Windows versión 21 (Chicago, IL, USA). Los resultados se expresaron como frecuencias absolutas (n) y relativas (%) y como medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar). Las diferencias en los parámetros, se comproba-

ron con la prueba t-student para muestras independientes. La asociación entre las variables se determinó con la prueba de correlación de Pearson. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la tabla 1 se describen las características demográficas, antropométricas, bioquímicas y clínicas de los niños y adolescentes evaluados. Al comparar los dos grupos, los adolescentes mostraron cifras más altas en la mayoría de las variables, con diferencias estadísticamente significativas con respecto a los niños, excepto en los TAG y la GluB; pero la HDL-c fue mayor en los niños y con diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 1. Características demográficas, antropométricas, bioquímicas y clínicas de la población evaluada.

Variables	Todos (n=269)	Niños (n=144)	Adolescentes (n=125)	p
	Media \pm DS	Media \pm DS	Media \pm DS	
Edad (años)	11,3 \pm 2,6	9,3 \pm 1,5	13,5 \pm 1,4	<0,001
Peso (Kg)	55,0 \pm 24,2	42,8 \pm 16,8	69,1 \pm 23,9	<0,001
Talla (m)	1,5 \pm 0,1	1,4 \pm 0,1	1,6 \pm 0,1	<0,001
IMC (kg/m ²)	24,3 \pm 7,6	21,8 \pm 6,0	27,1 \pm 8,2	<0,001
CC (cm)	81,4 \pm 18,0	75,2 \pm 14,8	88,7 \pm 18,6	<0,001
HDL-c (mg/dL)	38,8 \pm 10,9	39,9 \pm 11,5	37,5 \pm 10,0	0,008
TAG (mg/dL)	124,6 \pm 83,4	118,0 \pm 76,4	132,3 \pm 90,6	0,162
GluB (mg/dL)	86,6 \pm 13,3	86,4 \pm 8,8	86,8 \pm 17,2	0,826
PAS (mm de Hg)	101,4 \pm 14,3	96,9 \pm 12,0	106,6 \pm 15,0	<0,001
PAD (mm de Hg)	68,1 \pm 10,9	65,5 \pm 10,2	71,0 \pm 11,1	<0,001

Resultados expresados como media \pm desviación estándar (DS)
 IMC= Índice de masa corporal, CC= circunferencia de cintura, HDL-c= colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad, TAG= Triacilglicéridos, GluB= Glucemia Basal, PAS= Presión arterial sistólica, PAD= Presión arterial diastólica.
 p= diferencia estadísticamente significativa verificada mediante la prueba t-student para muestras independientes ($p < 0,05$)
 Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

Según la distribución de la muestra evaluada de acuerdo al número de criterios diagnósticos para SM (tabla 2) el 40,1% (n=108) presentó 1 criterio, el 37,9% (n=102) 2 criterios y el 21,9% (n=59)

3 o más criterios. Al distribuir por edades, se pudo observar que el 43% (n=62) de los niños presentó 2 criterios, mientras que el 41,6% (n=52) de los adolescentes presentó 1 criterio.

Tabla 2. Distribución de los niños y adolescentes evaluados según el número de criterios diagnósticos para SM.

Criterios para SM	Todos (n=269)	Niños (n=144)	Adolescentes (n=125)
	n (%)	n (%)	n (%)
1	108 (40,1)	56 (38,9)	52 (41,6)
2	102 (37,9)	62 (43,1)	40 (32)
3 o más	59 (21,9)	26 (18,1)	33 (26,4)

Resultados expresados como n (%)

Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

Al evaluar el consumo, requerimiento y porcentaje de adecuación de los niños y adolescentes (Tabla 3), se observó que para el % de adecuación de las Kcal y carbohidratos hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, donde los niños presentaron un % de adecuación normal y bajo en los adolescentes; en cuanto a las pro-

teínas, el % de adecuación fue alto en los niños y normal en los adolescentes, con diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. En relación a las grasas, el porcentaje de adecuación mostró diferencia estadísticamente significativa siendo bajo ambos grupos.

Tabla 3. Consumo, requerimiento y porcentaje de adecuación de kilocalorías y macronutrientes de los niños y adolescentes evaluados.

Variables	Todos (n=269)	Niños (n=144)	Adolescentes (n=125)	p
	Media ± DS	Media ± DS	Media ± DS	
Kcal cons	1800,2±670,4	1760,2±699,3	1846,3±635,1	0,294
Kcal Req	2170,1±398,2	1874,9±213,7	2510,3±268,5	<0,001
% Ade Kcal	85,5±36,7	95,4±41,4	74,2±26,3	<0,001
Prot cons (g)	70,2±24,0	68,2±21,7	72,6±26,3	0,234
Prot Req (g)	60,8±29,4	41,4±6,7	83,2±29,6	<0,001
% Ade Prot	135,8±67,6	170,1±67,0	96,4±42,1	<0,001
Grasa cons (g)	60,0±37,3	56,7±39,5	63,8±34,4	0,117
Grasa Req (g)	84,4±15,5	72,9±8,3	97,6±10,4	<0,001
% Ade Grasa	73,0±49,3	79,1±57,7	66,0±36,2	0,030
CHO cons (g)	253,2±92,0	253,0±97,0	253,6±86,2	0,958
CHO Req (g)	291,9±56,5	263,3±28,7	324,7±62,5	<0,001
% Ade CHO	89,8±37,8	97,2±40,0	81,1±33,1	<0,001

Resultados expresados como media ± desviación estándar (DS)

Kcal cons= kilocalorías consumidas, Kcal Req= kilocalorías requeridas, % Ade Kcal= porcentaje de adecuación de kilocalorías, Prot cons= proteínas consumidas, Prot Req= proteínas requeridas, % Ade Prot= porcentaje de adecuación de proteínas, Grasa cons= grasas consumidas, Grasa Req= grasas requeridas, % Ade Grasa= porcentaje de adecuación de grasas, CHO cons= carbohidratos consumidos, CHO Req= carbohidratos requeridos, % Ade CHO= porcentaje de adecuación de carbohidratos

p= diferencia estadísticamente significativa verificada mediante la prueba t-student para muestras independientes (p<,05)

Bajo consumo <90%, Consumo adecuado (normal) 90-110%, Alto consumo >110%.

Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

Con respecto al consumo, requerimiento y porcentaje de adecuación de los minerales (calcio, fósforo, magnesio, sodio y potasio) en los sujetos estudiados (Tabla 4), En el caso del calcio y del potasio se observó un bajo % de adecuación en niños y adolescentes, sin embargo el potasio mostró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Para el fósforo, el % de adecuación fue

normal sin diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. El % de adecuación del Magnesio fue alto para los niños y bajo para los adolescentes, con diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Con respecto al sodio, el % de adecuación fue alto, sin diferencia estadísticamente significativa entre niños y adolescentes.

Tabla 4. Consumo, requerimiento y porcentaje de adecuación de los minerales de los niños y adolescentes evaluados.

Minerales	Todos (n=269)	Niños (n=144)	Adolescentes (n=125)	
	Media ± DS	Media ± DS	Media ± DS	p
Calcio cons (mg)	699,6±427,5	658,7±396,8	746,8±457,3	0,092
Calcio Req (mg)	917,5±139,7	845,8±159,6	1000,0±0,0	<0,001
% Ade Cal	78,1±49,1	81,1±51,8	74,7±45,7	0,286
Fósforo cons (mg)	1092,1±493,7	1027,9±412,7	1166,0±565,8	0,022
Fósforo Req (mg)	1142,7±187,4	1049,5±216,9	1250,0±0,0	<0,001
% Ade Fósforo	98,9±50,0	103,8±53,5	93,3±45,3	0,086
Magnesio cons (mg)	164,8±69,2	169,9±77,5	158,9±58,1	0,193
Magnesio Req (mg)	191,6±56,4	162,5±64,1	225,1±5,0	<0,001
% Ade Magnesio	100,3±71,4	126,1±86,8	70,6±25,8	<0,001
Sodio cons (mg)	2146,9±1029,6	2030,0±1012,3	2281,6±1036,8	0,045
Sodio Req (mg)	1469,1±59,0	1442,4±70,5	1500,0±0,0	<0,001
% Ade Sodio	146,3±70,4	141,2±71,3	152,1±69,1	0,205
Potasio cons (mg)	1454,3±588,1	1483,7±622,9	1420,3±545,7	0,379
Potasio Req (mg)	4453,9±246,8	4290,3±221,3	4642,4±90,9	<0,001
% Ade Potasio	32,8±13,7	34,7±15,0	30,6±11,7	0,013

Resultados expresados como media ± desviación estándar (DS).
 Cons= consumido, Req= Requerido, % Ade= Porcentaje de Adecuación.
 p= diferencia estadísticamente significativa verificada mediante la prueba t-student para muestras independientes (p<0,05) Bajo consumo <90,
 Consumo adecuado (normal) 90-110%, Alto consumo >110%.
Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

En la tabla 5, se describe el consumo, requerimiento y porcentaje de adecuación de los oligoelementos de los sujetos evaluados, donde se puede observar que el % de adecuación del hierro y del Zinc fue alto en ambos grupos, con diferencia sig-

nificativa entre niños y adolescente en el hierro. En el caso del manganeso, yodo y cobre el % de adecuación fue bajo y sin diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

Tabla 5. Consumo, requerimiento y porcentaje de adecuación de los oligoelementos de los niños y adolescentes evaluados.

Oligoelementos	Todos (n=269)		Niños(n=144)		Adolescentes (n=125)	
	Media ± DS	Media ± DS	Media ± DS	Media ± DS	p	
Hierro cons (mg)	10,9±4,3	10,6±4,4	11,3±4,3	0,170		
Hierro Req (mg)	9,9±2,5	8,5±0,6	11,5±2,8	<0,001		
% Ade Hierro	115,0±51,7	124,2±52,0	104,5±49,4	0,002		
Zinc cons (mg)	9,9±4,4	9,7±4,4	10,2±4,5	0,367		
Zinc Req (mg)	7,5±1,3	7,0±1,3	8,0±1,0	< 0,001		
% Ade Zinc	136,9±65,8	143,8±71,7	129,1±57,6	0,068		
Manganeso cons	0,9±0,8	0,9±0,7	0,9±0,8	0,912		
Manganeso Req	1,7±0,3	1,6±0,2	1,9±0,3	< 0,001		
% Ade Manganeso	55,5±46,4	58,7±45,3	51,9±47,5	0,226		
Yodo cons	49,1±31,2	46,3±30,8	52,3±31,4	0,115		
Yodo Req	141,7±14,0	134,6±16,0	150,0±0,0	< 0,001		
% Ade Yodo	35,1±23,0	35,3±24,7	34,8±21,0	0,876		
Cobre cons (mg)	0,6±0,8	0,5±0,4	0,6±1,1	0,297		
Cobre Req (mg)	0,7±0,1	0,6±0,1	0,8±0,1	< 0,001		
% Ade Cobre	80,3±96,8	85,3±63,1	74,5±124,9	0,361		

Resultados expresados como media ± desviación estándar (DS).

Cons= consumido, Req= Requerido, % Ade= Porcentaje de Adecuación.

p= diferencia estadísticamente significativa verificada mediante la prueba t-student para muestras independientes (p<0,05) Bajo consumo <90,

Consumo adecuado (normal) 90-110%, Alto consumo >110%. (11)

Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

En la tabla 6 se observa la asociación entre el consumo de minerales y los componentes del SM, se encontró una correlación positiva débil entre el consumo de fósforo ($\rho= 0,145$) y sodio ($\rho= 0,172$) con la PAS y entre fósforo ($\rho= 0,136$) y sodio ($\rho=$

$0,132$) con la PAD. En cuanto a la relación entre la CC y el consumo de magnesio se observó una correlación negativa débil ($\rho = -0,137$) pero con el consumo de sodio fue positiva débil ($\rho =0,160$).

Tabla 6. Asociación entre el consumo de minerales y los componentes del SM en los niños y adolescentes evaluados.

Minerales		Componentes del SM					
		CC	GluB	TAG	HDL-c	PAS	PAD
Calcio	ρ	0,022	0,023	0,013	-0,052	0,104	0,119
	p	0,723	0,704	0,837	0,398	0,088	0,051
Fósforo	ρ	0,102	0,033	0,024	-0,056	0,145	0,136
	p	0,095	0,585	0,693	0,363	0,018	0,025
Magnesio	ρ	-0,137	-0,007	-0,057	-0,079	0,010	0,023
	p	0,025	0,911	0,354	0,199	0,871	0,704
Sodio	ρ	0,160	0,042	0,098	-0,061	0,172	0,132
	p	0,009	0,490	0,107	0,321	0,005	0,031
Potasio	ρ	-0,015	0,016	0,016	-0,045	0,010	0,034
	p	0,808	0,798	0,797	0,467	0,874	0,582

ρ = Coeficiente de correlación de Pearson ($\leq 0,00$ - $<0,10$ nula; $\leq 0,10$ - $<0,30$ débil; $\leq 0,30$ - $<0,5$ moderada; $\leq 0,50$ - $<1,00$ fuerte).
 CC= circunferencia de cintura, GluB= Glucemia Basal, TAG= Triacilglicéridos, HDL-c=colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad,
 PAS= Presión arterial sistólica, PAD= Presión arterial diastólica.

p= diferencia estadísticamente significativa verificada mediante la prueba de correlación de Pearson ($p < 0,05$)

Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

En la tabla 7 se observan los resultados de la relación entre el consumo de oligoelementos y los componentes del SM en los niños y adolescentes. Se evidenció una correlación negativa débil ($\rho = -0,126$) entre el zinc y los TAG.

Tabla 7. Asociación entre el consumo de oligoelementos y los componentes del SM en los niños y adolescentes evaluados.

Oligoelementos		Componentes del SM					
		CC	GluB	TAG	HDL-c	PAS	PAD
Hierro	ρ	0,065	0,047	0,026	-0,057	0,051	0,026
	p	0,285	0,443	0,673	0,353	0,405	0,670
Zinc	ρ	-0,086	0,065	-0,126	-0,007	-0,001	-0,056
	p	0,160	0,290	0,039	0,256	0,842	0,361
Manganeso	ρ	-0,105	0,070	-0,049	-0,052	0,000	0,028
	p	0,086	0,254	0,425	0,392	0,996	0,643
Yodo	ρ	-0,055	0,014	-0,048	0,008	0,079	0,054
	p	0,368	0,817	0,434	0,897	0,194	0,376
Cobre	ρ	-0,001	-0,047	-0,002	-0,062	-0,014	-0,005
	p	0,986	0,446	0,754	0,308	0,814	0,932

ρ = Coeficiente de correlación de Pearson ($\leq 0,00$ - $<0,10$ nula; $\leq 0,10$ - $<0,30$ débil; $\leq 0,30$ - $<0,5$ moderada; $\leq 0,50$ - $<1,00$ fuerte).
 CC= circunferencia de cintura, GluB= Glucemia Basal, TAG= Triacilglicéridos, HDL-c=colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad,
 PAS= Presión arterial sistólica, PAD= Presión arterial diastólica.

p= diferencia estadísticamente significativa verificada mediante la prueba de correlación de Pearson ($p < 0,05$)

Fuente: González, Souki, Urbina, Blanco, García, Ruiz (2025)

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se encontró que el 59% de los niños y adolescentes evaluados mostraron más de 3 criterios para SM; un consumo general de energía y macronutrientes de normal a bajo, alto en sodio, bajo en calcio y potasio, alto en hierro y zinc, pero bajo en manganeso, yodo y cobre; asimismo, la asociación entre los componentes del SM y la ingesta de minerales y oligoelementos fue estadísticamente significativa y directa entre el fósforo y las presiones arteriales (PAS y PAD), entre el sodio y los criterios: CC, PAS y PAD, sin embargo, la relación fue inversa entre el Zinc y los TAG, y entre el magnesio y la CC.

En relación con la frecuencia de SM en nuestra investigación, fue superior a la indicada por Chaila et al., Peña-Espinoza et al. y Barajas-García et al. Chaila y colaboradores examinaron a 700 jóvenes argentinos de entre 9 y 19 años que presentaban SM conforme a los criterios de Cook en 2012. Ellos determinaron una tasa de SM que oscilaba entre el 10 % y el 22 %, con una media del 15 % (Chaila et al., 2012). Peña-Espinoza y su equipo hallaron una prevalencia de SM del 13,8 % en su análisis de 508 adolescentes mexicanos de 9 a 13 años, utilizando también los criterios de Cook (Peña-Espinoza et al., 2017). Barajas-García L. reportó en 2021 que, en una muestra mexicana con una edad promedio de 9,4 años (entre 8 y 12 años), la prevalencia de SM fue del 6,3 % (más de tres criterios de Cook), del 33,3 % (dos criterios) y del 49,2 % (un criterio) (Barajas-García et al., 2021).

Los minerales y los oligoelementos son nutrientes esenciales con funciones reguladoras, inmunológicas y antioxidantes que resultan de su acción como componentes esenciales o cofactores de enzimas a lo largo del metabolismo; por lo que las investigaciones a este respecto ha aumentado de forma constante durante los últimos 25 años. Sin embargo, hasta la fecha, solamente pocos estudios relacionados con la obesidad infantil (factor de riesgo para SM y diabetes), se han centrado en los minerales y oligoelementos, los cuales se consideran de gran importancia por su papel protector contra la inflamación y la peroxidación, que son factores clave en el desarrollo de las complicaciones metabólicas de la obesidad, la hipertensión arterial, alteración de los lípidos plasmáticos y la resistencia a la insulina o la diabetes. (Azab et al., 2014) (Fan et al., 2017) (Das & Choudhuri, 2021)

El calcio, es un componente importante de la alimentación diaria, un elemento esencial y el más abundante en el cuerpo humano, el cual es almacenado principalmente en los huesos en forma de hidroxapatita. Este ion actúa como una molécula de señalización ubicua con diversas funciones, fuera del esqueleto, entre las cuales se puede mencionar: la transmisión neuronal, la contracción muscular, la comunicación entre orgánulos, la secreción de hormonas y como segundo mensajero intracelular, en la fertilización y el crecimiento celular. (Han et al., 2019).

En años recientes, estudios epidemiológicos evaluaron la asociación entre la ingesta de calcio dietético y el riesgo de SM; donde un metaanálisis realizado en 2019 (Han et al., 2019), la evaluación del efecto dosis-respuesta mostró que un aumento de 300 mg/día en la ingesta de calcio en la dieta se asoció significativamente con una disminución del 7% del riesgo de SM. Aunque los mecanismos subyacentes siguen estando incompletos, se ha sugerido que el calcio posee capacidad para regular el metabolismo energético y la captación y almacenamiento de glucosa estimulada por la insulina y sugiere que el desequilibrio de la homeostasis del calcio intracelular puede desempeñar un papel importante en la función de los adipocitos. Sin embargo, la asociación inversa de la ingesta de calcio en la dieta con el riesgo de síndrome metabólico aún necesita ser confirmada por estudios de cohortes prospectivas más amplias y ensayos clínicos aleatorizados. (Han et al., 2019).

A este respecto, en la presente investigación, no se evidenció asociación alguna entre el consumo de calcio y los diferentes componentes del SM, adicionalmente a este hallazgo se observó una ingesta inadecuada de calcio en los grupos evaluados; similar al estudio de Park y Han, en el 2021, quienes encontraron que la ingesta de calcio no cumplía con la ingesta recomendada, mientras que la de fósforo sí. Esto está estrechamente relacionado con los hábitos alimenticios de los adolescentes. Los adolescentes suelen consumir refrescos y bebidas deportivas, con 4,2 y 48,5 veces más fósforo que calcio, respectivamente.

En este mismo orden de ideas, Park y Han (2021), en su estudio sobre equilibrio mineral y síndrome metabólico en adolescentes no reveló correlaciones significativas entre la ingesta de calcio y los componentes del SM. Sin embargo, la ingesta de fósforo se correlacionó positivamente con la PAS y la CC, y negativamente con el colesterol

HDL. (Park & Han, 2021). Con respecto al consumo de fósforo en el presente estudio se observaron valores similares a los obtenidos por los mencionados autores para los adolescentes evaluados.

Un hallazgo importante en esta investigación fue que el grupo de adolescentes presentó un consumo bajo de magnesio mientras que en el grupo de los niños se observó un consumo alto. Similar comportamiento se observó en el estudio de Fernández *et al.*, (2020) donde resalta la deficiencia de este micronutriente según la edad en niños y adolescentes del estado Mérida, Venezuela (Fernández *et al.*, 2020). En un estudio transversal del año 2023 realizado en niños de 2-17 años en Beijing, China, exploraron la asociación entre la ingesta de minerales dietéticos y la obesidad infantil. Después de ajustar las covariables (edad, género, raza, tasa de pobreza, actividad física, tiempo de sedentarismo, tabaquismo materno durante el embarazo), encontraron que, un mayor nivel de consumo de Magnesio y Sodio se asoció con mayores probabilidades de obesidad infantil; en niños de 2 a 5 años de edad o de 12 a 17 años de edad, estas relaciones no fueron significativas (Wang *et al.*, 2023)

Una ingesta habitual de sodio superior a las recomendaciones se ha asociado con mayores probabilidades de sobrepeso y/u obesidad, independientemente de la ingesta habitual de energía y bebidas azucaradas entre los niños estadounidenses (Zhao *et al.*, 2021). En la presente investigación los participantes presentaron un consumo de sodio muy elevado con respecto a la referencia según sexo y edad, lo que probablemente sea indicativo de un riesgo o presencia de obesidad y otras comorbilidades asociadas a ella.

En cuanto al sodio, se ha observado una correlación entre el consumo elevado y la CC, así como los niveles de presión arterial. El consumo de sodio podría estar relacionado con el desarrollo de obesidad e hipertensión en niños y adolescentes. Un estudio transversal de 2021 mostró que el cuartil más alto de ingesta de sodio en niños estadounidenses se asoció positivamente con el sobrepeso y la obesidad abdominal (circunferencia de la cintura). Por el contrario, las asociaciones positivas entre la ingesta de sodio y las medidas de obesidad (peso, talla, CC e IMC) no alcanzaron significación estadística en adolescentes (Zhao *et al.*, 2021).

A pesar que en esta investigación no se encontró una relación del consumo de hierro con los componentes del SM, y son pocos los estudios realizados

que muestran resultados controversiales, los biomarcadores del metabolismo del hierro se asocian con alteraciones cardiometabólicas en la población pediátrica, La deficiencia de hierro es común en pacientes con insuficiencia cardíaca e hipertensión pulmonar, y la sobrecarga de hierro está relacionada con un mayor riesgo de aterosclerosis, así como la aparición del SM y sus componentes (Ortiz-Marrón *et al.*, 2023). Sin embargo, la mayor parte de la evidencia científica proviene de estudios realizados en población adulta, por lo que no está claro si estas asociaciones ocurren en etapas tempranas de la vida y qué efectos tienen los cambios en los niveles de hierro y el riesgo cardiometabólico. Los estudios que exploran esta relación en niños son limitados y sus resultados no son concluyentes (Ortiz-Marrón *et al.*, 2023)

En un metaanálisis realizado en 2022, se mostró que el nivel de hierro consumido por los adolescentes en la dieta se asoció positivamente con el SM (Ding *et al.*, 2022). El nivel de hierro, cobre y selenio en la dieta se evaluó mediante un cuestionario de frecuencia alimentaria (en 3 oportunidades) y un método de recordatorio de 24 horas (3 días) en 11 estudios, El riesgo relativo agrupado (RR) ajustado multivariable general mostró que el nivel de hierro dietético se asoció positivamente con el SM (Ding *et al.*, 2022) Los resultados agrupados mostraron que el nivel de hierro en la dieta se asoció positivamente con el SM, mientras que se obtuvo una asociación negativa entre el nivel de cobre y selenio en la dieta y el SM. (Ding *et al.*, 2022)

En nuestro estudio no encontramos asociación entre cobre y los componentes del SM, pero Ding *et al.* en el año 2022 realizaron un metaanálisis donde reportaron que el nivel de cobre consumido por adolescentes en la dieta se asoció negativamente con los sujetos diagnosticados con SM. El cobre es considerado un potente antioxidante del estrés oxidativo podría colaborar con la prevención de enfermedades cardiovasculares. (Ding *et al.*, 2022).

Existen varios mecanismos por los cuales el Zinc (Zn) puede ayudar a prevenir el desarrollo o la progresión del SM y la diabetes tipo 2, respectivamente. El Zn participa tanto en la secreción de insulina como en la acción en los tejidos periféricos. Específicamente, el Zn tiene propiedades similares a la insulina que aumentan la actividad de la vía de señalización de la insulina. El Zn modula los niveles de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga mediante su acción sobre la absorción de ácidos grasos esenciales en el intestino y su posterior

desaturación. El Zn también participa tanto en el ensamblaje de quilomicrones y lipoproteínas como en su eliminación y, por tanto, desempeña un papel en la regulación de la lipólisis. Finalmente, se ha descubierto que el Zn desempeña un papel en el metabolismo redox y, a su vez, en la presión arterial. La evidencia relacionada con la asociación entre el nivel de Zn y la aparición de SM es inconsistente. Aunque hay varios estudios que informan una relación inversa entre el nivel de Zn o la ingesta dietética de Zn y la prevalencia del SM, otros encontraron una relación directa entre el nivel de Zn y la prevalencia del SM. Los estudios de intervención también proporcionan información confusa sobre este tema, lo que dificulta llegar a conclusiones firmes. (Ruz et al., 2019)

En relación al consumo de zinc con los niveles de TAG, en esta investigación se observó una correlación inversa débil, lo que determina que el consumo de Zinc podría estar relacionado con la alteración de los TAG. Un hallazgo afín fue descrito por Zhang *et al.* (2021) donde incluyeron un análisis sérico de los niveles de cobre y Zinc, la combinación de cobre bajo y Zinc alto aumentó el riesgo de TAG elevados, en comparación con el análisis sérico de cobre y Zinc bajo no hubo asociación significativa entre los componentes del SM (Zhang et al., 2021).

Una investigación realizada con niños de entre 6 y 12 años en China tuvo como finalidad identificar la relación existente entre los niveles de Cu, Mg y Zn en la sangre y los elementos que conforman el SM. Los hallazgos indicaron que el cobre se relacionaba favorablemente con una cintura ancha y, además, todos los metales presentaron una conexión positiva con los TAG. El análisis que abarcó múltiples elementos mostró coherencia con el estudio de un solo elemento, a excepción de la combinación de Zn y Mg. Los índices de IMC, PAD y la medida de la cintura fueron mayores en los terciles superiores de Cu, mientras que los valores de TAG fueron inferiores en los terciles más bajos de Cu. En lo que respecta al Zn en sangre, tanto el PAD como el PAS tienden a incrementarse con niveles ascendentes de Zn. Sin embargo, al examinar la relación Cu/Zn, se observó que el PAD, el PAS y los TG disminuyen con el aumento de Cu/Zn. La interacción entre Cu y Zn resultó ser negativa, a la vez que la medida de la cintura estaba asociada positivamente con los niveles de Cu/Zn. (Zhang et al., 2021).

El manganeso (Mn) es un metal importante que se encuentra naturalmente en los lechos de roca y

el suelo. Los seres humanos frecuentemente estamos expuestos al Mn a través de los alimentos, el agua y el aire; El manganeso se encuentra naturalmente en la mayoría de los alimentos, aunque ciertos mariscos, cereales, frijoles, nueces y té contienen mayores cantidades de manganeso. Todos los estudios epidemiológicos previos han examinado supuestas asociaciones entre la exposición al Mn y los componentes del SM, se han basado en el método transversal. En general, estos estudios no encontraron asociaciones significativas entre Mn y SM medidos en la dieta, el suero, la sangre total, el plasma y la orina. (Riseberg et al., 2022).

Riseberg et al. (2022) investigaron las asociaciones longitudinales entre la exposición al manganeso y SM en adultos. Analizaron las relaciones entre los cuartiles iniciales de manganeso y la aparición del SM, utilizando modelos de regresión de Gray y Fine para riesgos competitivos y modelos lineales de efectos mixtos para analizar la respuesta metabólica. Los autores no encontraron evidencia de que los cuartiles de manganeso estuvieran asociados con la aparición del SM, excepto por niveles más bajos de glucemia en ayunas. En resumen, los cuartiles más altos de manganeso se asociaron con un índice cintura-cadera general más bajo, niveles más bajos de triacilglicéridos en hombres y un IMC y una presión arterial sistólica más altos en mujeres en los modelos sin ajustar, pero no en los ajustados. No se encontraron estudios en niños ni se observaron asociaciones con la ingesta dietética. (Riseberg et al., 2022).

En resumen, los hallazgos de esta investigación podría indicar que el inadecuado consumo de minerales y oligoelementos puede predisponer a los niños y adolescentes a desarrollar componentes del SM, éstos resultados se consideran relevantes ya que pueden proporcionar referencias para próximos estudios que investiguen estas asociaciones causales para desarrollar estrategias asertivas de prevención y tratamiento del SM en niños y adolescentes con la finalidad de mejorar la calidad de vida y garantizar un adecuado crecimiento y desarrollo de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abajo, F. J. (2001). La Declaración de Helsinki VI: una revisión necesaria, pero ¿suficiente? *Revista Española de Salud Pública*, 75(5), 407-420. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272001000500002&lng=es&tlng=es.

- Agirbasli, M., Tanrikulu, A. M., & Berenson, G. S. (2016). Metabolic syndrome: bridging the gap from childhood to adulthood. *Cardiovascular Therapeutics*, 34(1), 30-36. <https://doi.org/10.1111/1755-5922.12165>
- Ambroselli, D., Masciulli, F., Romano, E., Catanzaro, G., Besharat, Z., Massari, M., . . . Ritieni, A. (2023). New Advances in Metabolic Syndrome, from Prevention to Treatment: The Role of Diet and Food. *Nutrients*, 15(3), 640. <https://doi.org/10.3390/nu15030640>
- Arias, F. G. (2012). Técnica e instrumentos de recolección de datos. En F. G. Arias, *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica* (págs. 67-80). Caracas: Editorial Episteme.
- Azab, S. F., Saleh, S. H., Elsaheed, W. F., Elshafie, M. A., Sherief, L. M., & Esh, A. M. (2014). Serum trace elements in obese Egyptian children: a case-control study. *Ital J Pediatr*, 40(20). <https://doi.org/10.1186/1824-7288-40-20>
- Barajas-García, L., Valdés-Miramontes, E. H., Reyes Castillo, Z., & Enciso Ramírez, M. A. (2021). Prevalencia de síndrome metabólico en población infantil del Sur de Jalisco, México. *Journal of Behavior and Feeding*, 2(1), 8-16. <https://doi.org/10.32870/jbf.v2i1.22>
- Chaila, M., Fabio, S., Quiroga, E., Sánchez de Boeck, N., Namur, M., D'urso, M., & Bazán, M. (2012). Prevalencia de Síndrome metabólico en niños y adolescentes según diferentes criterios diagnósticos y su correlación con niveles de leptina y adiponectina. *Revista argentina de endocrinología y metabolismo*, 49(3), 103-114. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30342012000300001&lng=es&tln-g=es.
- Chan, T. F., Lin, W. T., Huang, H. L., Lee, C. Y., Wu, P. W., Chiu, Y. W., . . . Lee, C. H. (2014). Consumption of sugar-sweetened beverages is associated with components of the metabolic syndrome in adolescents. *Nutrients*, 6(5), 2088-2103. <https://doi.org/10.3390/nu6052088>
- Das, S., & Choudhuri, D. (2021). Role of dietary calcium and its possible mechanism against metabolic disorders: A concise review. *Journal of food biochemistry*, 45(5), e13697. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13697>
- DeBoer, M. D. (2019). Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Nutrients*, 11(8), 1788. <https://doi.org/10.3390/nu11081788>
- Ding, J., Liu, Q., Liu, Z., Guo, H., Jiayu Liang, J., & Zhang, Y. (2022). Associations of the Dietary Iron, Copper, and Selenium Level With Metabolic Syndrome: A Meta-Analysis of Observational Studies. *Front. Nutr*, 8, 810494. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.810494>
- Dubey, P., Thakur, V., & Chattopadhyay, M. (23 de Junio de 2020). Role of minerals and trace elements in diabetes and insulin resistance. *Nutrients*, 12(6).
- Fan, Y., Zhang, C., & Bu, J. (2017). Relationship between Selected Serum Metallic Elements and Obesity in Children and Adolescent in the U.S. *Nutrients*, 9(2), 104. <https://doi.org/10.3390/nu9020104>
- Fernández, D., Paoli de Valeri, M., Vielma, N., Vargas, J., & Sarmiento, A. (2020). Ingesta de micronutrientes en escolares y adolescentes, Mérida, Venezuela. *GICOS*, 5(2).
- García-Avenidaño, P., & Pérez, B. M. (2002). *Perfil Antropométrico y control de calidad en Bioantropología, Actividad Física y Salud*. Caracas: Ediciones FACES/UCV.
- Han, D., Fang, X., Su, D., Huang, L., He, M., Zhao, D., . . . Ronghua, Z. (Diciembre de 2019). Dietary Calcium Intake and the Risk of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scientific Reports*, 9(19046).
- Hernández, P., Ramírez, G., Vásquez, M., & Herrera-Cuenca, M. (2021). Patrones de consumo de frutas y hortalizas en la población urbana de Venezuela. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 25(2), 165-176. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.25.2.1100>
- INN. (2012). *Tabla de composición de alimentos* (1ra ed.). Caracas, Venezuela: Gente de Maíz.
- INN, I. N. (2018). *Valores de referencia, energía y nutrientes para la población venezolana* (INN- Venezuela 2018 ed.). (E. O. Gutierrez, & D. Rivera, Edits.) Caracas: Gente de Maíz.
- Macías Tomei, C. (Enero de 2009). Síndrome metabólico en niños y adolescentes. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 72(1), 30-37.
- Organización Mundial de la Salud. (12 de Noviembre de 2007). *Organización Mundial de la Salud 2007*. Retrieved 30 de Octubre de 2022, from <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>

- Ortiz-Marrón, H., Cabañas Pujadas, G., Donoso Navarro, E., Burreros García, M., Herreros Álvaro, M., Mejía Fernández de Velasco, A., . . . Galán, I. (2023). Ortiz-Marrón H, Cabañas Pujadas G, Donoso Navarro E, et al. Association between biomarkers of iron status and cardiometabolic risk in Spanish children aged 9-10 years. The ELOIN study. *Ortiz-Marrón H, Cabañas Pujadas G, Donoso Navarro E, et al. Association between biomarkers of iron status and cardiometabolic risk in Spanish children aged 9-10 years. The ELOIN study. European Journal of Pediatrics*, 182(12), 5649-5659. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05244-1>
- Park, Y., & Han, J. (2021). Mineral Balance and Metabolic Syndrome in Adolescents: Focus on Calcium and Phosphorus Intake. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(11), 1525. <https://doi.org/10.3390/healthcare9111525>
- Peña-Espinoza, B. I., Granados-Silvestre, M. d., Sánchez-Pozos, K., Ortiz-López, M. G., & Menjivar, M. (2017). Síndrome metabólico en niños mexicanos: poca efectividad de las definiciones diagnósticas. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 64(7), 369-376. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2017.04.004>
- Pierlot, R., Cuevas-Romero, E., Rodríguez-Antolín, J., Méndez-Hernández, P., & Martínez-Gómez, M. (Enero de 2017). PREVALENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS y ADOLESCENTES DE AMÉRICA. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 20(1), 40-49.
- Riseberg, E., Chui, K., James, K., Melamed, R., Alderete, T., & Corlin, L. A. (2022). Longitudinal Study of Exposure to Manganese and Incidence of Metabolic Syndrome. *Nutrients*, 14(20), 4271. <https://doi.org/10.3390/nu14204271>
- Ruz, M., Carrasco, F., Rojas, P., Basfi-fer, K., Hernández, M. C., & Pérez, A. (Enero de 2019). Nutritional effects of zinc on metabolic syndrome and Type 2 diabetes: Mechanisms and main findings in human studies. *Biological Trace Element Research*, 188(1).
- SVPP, S. V. (1993). Retrieved mayo de 2022, from Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría: <http://www.svpediatria.org/secciones/publicaciones/gmc/>
- Tavares, L. F., Fonseca, S. C., Garcia Rosa, M. L., & Yokoo, E. M. (2012). Relationship between ultra-processed foods and metabolic syndrome in adolescents from a Brazilian Family Doctor Program. *Public health nutrition*, 15(1), Public health nutrition, 15(1), 82-87. <https://doi.org/10.1017/S1368980011001571>
- Vargas, M. E., Araujo, S., Souki, A., García, D., Chávez, M., Vega, M., . . . Silva, Y. (2011). Prevalencia de Síndrome Metabólico y de sus componentes individuales en niños y adolescentes de tres parroquias del municipio Maracaibo, estado Zulia. *Síndrome Cardiometabólico Y Enfermedades Crónico Degenerativas*, 1(3), 52-59.
- Vargas, M. E., Souki, A., Ruiz, G., García, D., Mengual, E., González, C. C., . . . González, L. (2011). Percentiles de circunferencia de cintura en niños y adolescentes del municipio Maracaibo del Estado Zulia, Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 24(1). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522011000100003&lng=es&tlng=es.
- Wang, L., Liu, W., Bi, S., Zhou, L., & Li, L. (Diciembre de 2023). Association between minerals intake and childhood obesity: A cross-sectional study of the NHANES database in 2007-2014. *PLOS ONE*, 18(12).
- Zhang, H., Man, Q., Song, P., Li, S., Liu, X., Wang, L., . . . Yang, L. (Junio de 2021). Association of whole blood copper, magnesium and zinc levels with metabolic syndrome components in 6-12-year-old rural Chinese children: 2010-2012 China National Nutrition and Health Survey. *Nutrition & Metabolism*, 18(67).
- Zhao, L., Ogden, C. L., Yang, Q., Jackson, S. L., Loria, C. M., Galuska, D. A., . . . E., C. M. (Febrero de 2021). Association of Usual Sodium Intake with Obesity Among US Children and Adolescents, NHANES 2009-2016. *Obesity*, 9(3).
- Zimmet, P., Alberti, K. G., Kaufman, F., Tajima, N., Martin, S., Arslanian, S., . . . Group, I. C. (Octubre de 2007). The metabolic syndrome in children and adolescents – an IDF consensus report. *Pediatric Diabetes*, 8(5), 299-306.