

# El consumo de fibra dietética está inversamente asociado con el estado nutricional antropométrico y con los componentes del Síndrome Metabólico en niños y adolescentes

*Dietary fiber consumption is inversely associated with the anthropometric nutritional status and metabolic syndrome components in children and adolescents*

Souki Aida<sup>1</sup>, García Doris<sup>2,3</sup>, Parra Andrea<sup>3</sup>, Valbuena María<sup>3</sup>, Araujo Sylvia<sup>1,3</sup>, Ruiz Gabriel<sup>1</sup>, Chávez Mervin<sup>1</sup>, Vega Marinela<sup>2</sup>, Vargas María<sup>3</sup>, Medina Mayerlim<sup>1</sup>, Arias Víctor<sup>4</sup>, Bermúdez Valmore<sup>4,1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas "Dr. Félix Gómez"

<sup>2</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición, LUZ.

<sup>3</sup>Escuela de Nutrición y Dietética, LUZ.

<sup>4</sup>Grupo de Investigación Altos Estudios de Frontera (ALEF). Universidad Simón Bolívar, Cúcuta, Colombia

Correspondencia: Aida Souki. Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas "Dr. Félix Gómez". Universidad del Zulia (LUZ), Edificio Multifuncional, planta alta, sector Paraíso. Maracaibo. Venezuela. soukiaida@gmail.com

## Resumen

**Objetivo.** Investigar la posible asociación entre el consumo de fibra y el estado nutricional antropométrico en niños y adolescentes, así como con la presencia de síndrome metabólico (SM) y sus componentes individuales.

**Materiales y Métodos.** Estudio descriptivo y transversal que contó con una muestra de 298 niños y adolescentes de ambos géneros (149 obesos) seleccionados al azar de 10 a 17 años de edad. A todos se les realizó evaluación clínica, bioquímica, antropométrica y dietética. El examen físico incluyó verificación del estadio puberal y toma de tensión arterial (TA). El estado nutricional antropométrico se determinó utilizando el peso y la talla para calcular el índice de masa corporal y se midió la circunferencia de cintura; para la evaluación dietética se empleó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. La evaluación bioquímica incluyó la determinación de los niveles de glucosa (GliB), insulina basal (InsB) y lípidos plasmáticos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS para Windows, se aplicó la prueba t de Student, ANOVA de un factor, la prueba de correlación de Pearson y Chi<sup>2</sup> de Pearson según el caso, considerándose significativos los valores de p<0,05.

**Resultados.** Se encontraron diferencias (p<0,05) entre eutróficos y obesos para todas las variables analizadas a excepción de la GliB; al comparar los obesos con y sin SM, se observaron diferencias (p<0,05) para todas las variables, menos para la edad, GliB y Colesterol total. El 26,2% de los sujetos obesos presentó SM. El consumo de fibra de todos los grupos estuvo debajo de las recomendaciones de la OMS y la fuente principal fueron los cereales. También se evidenció diferencia en el consumo de fibra entre obesos y eutróficos (p<0,034), pero no entre obesos con y sin SM. Se encontró correlación inversa entre el consumo de fibra total e IMC, CC, TA y GliB (p<0,05) y entre la fibra procedente de frutas con el IMC, CC, TA, GliB, InsB y los triacilglicéridos (p<0,05), pero positiva entre la fibra procedente de vegetales y el IMC, CC e InsB (p<0,05).

**Conclusiones.** El menor consumo de fibra se asocia con mayor presencia de obesidad y componentes de SM y la ingesta diaria de frutas parece incidir de forma positiva sobre la salud metabólica de niños y adolescentes.

**Palabras clave:** Fibra dietética, consumo de frutas, síndrome metabólico, obesidad, niños y adolescentes.

**Objective.** To investigate the association between fiber consumption and anthropometric nutritional status, of metabolic syndrome (SM) and its individual components, in subjects of pediatric age.

**Materials and methods.** A descriptive, cross-sectional study was designed with a randomly selected sample of 298 children and adolescents of both genders (149 obese) and 10 to 17 years of age. All of them underwent clinical, biochemical, anthropometric and dietetic evaluation. Physical examination included pubertal stage verification and arterial blood pressure (TA). The anthropometrical nutritional status was determined using the weight and height to calculate the BMI and the waist circumference (CC) was also measured; a food consumption frequency questionnaire was used for the dietary evaluation. The biochemical evaluation included the determination of basal glucose (GliB), insulin (InsB) and plasmatic lipids levels. For the statistical analysis the SPSS program for Windows was used, the t-Student, one ANOVA factor, Pearson correlation and Pearson's Chi<sup>2</sup> test were applied, considering the values of  $p < 0.05$  to be significant.

**Results.** Differences were found ( $p < 0.05$ ) between eutrophic and obese for all variables analyzed with the exception of the GliB; when comparing obese with and without SM, differences were observed ( $p < 0.05$ ) for all parameters except for the age, GliB and total cholesterol. The 26.2% of obese subjects presented SM. The consumption of fiber of all groups was below the WHO's recommendations and the main source were cereals. Also was evident difference in the consumption of fiber between obese and eutrophic ( $p < 0.034$ ), but not between obese individuals with and without SM. An inverse correlation between total fiber consumption and BMI, CC, TA and GliB ( $p < 0.05$ ) was found and between the fiber from fruits with BMI, CC, TA, GliB, InsB and triacilgliceridos ( $p < 0.05$ ), but positive between the fiber from vegetables and BMI, CC and InsB ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions.** A lower fiber consumption is associated with obesity and SM components. Daily intake of fruits seems to exhibit a positive impact on the metabolic health of children and adolescents.

**Key words:** dietary fiber, fruit consumption, metabolic syndrome, obesity, children and adolescents.

La obesidad se ha convertido en un problema global, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo, y se asocia con hipertensión, dislipidemias, insulino-resistencia, diabetes tipo 2, síndrome metabólico (SM) y algunos tipos de cáncer. La obesidad y sobrepeso en niños constituye un factor de riesgo para SM con una prevalencia reportada entre el 9 y 38%<sup>1</sup>. Existe controversia sobre la definición y diagnóstico de SM

en pediatría, referida a limitaciones fisiológicas y metodológicas entre ellas, los factores que influyen sobre los niveles de lípidos plasmáticos -edad, sexo, raza-, la presencia de insulino-resistencia (IR) transitoria en la pubertad, la falta de valores estándar para obesidad central, así como de rangos normales de concentración de insulina<sup>2</sup>.

Si bien existen diferentes puntos de corte para los criterios utilizados en el diagnóstico del SM, todas las definiciones incluyen un parámetro antropométrico (circunferencia de cintura o IMC), un parámetro relacionado con el metabolismo de la glucosa (HOMA<sub>IR</sub>, glicemia en ayunas) dos parámetros de los lípidos plasmáticos (triacilglicéridos y HDL-c) y la tensión arterial<sup>2</sup>. Aunque se presenta dificultad para su diagnóstico y su etiología no ha sido completamente establecida, estudios transeccionales y longitudinales han demostrado su asociación con la IR, el stress oxidativo, inflamación, disfunción endotelial, riesgo para enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2 (DM2)<sup>3</sup>.

Algunos estudios en niños y adolescentes han mostrado la asociación entre la ingesta de alimentos y el SM. Alimentos procesados ricos en grasa vegetal saturada, sodio, cereales refinados y azúcar, se han vinculado con el incremento de la obesidad y sus comorbilidades relacionadas. La ingesta elevada de bebidas azucaradas ha sido asociada con el SM, con mayor circunferencia de cintura, presión arterial y valores de triacilglicéridos (TAG) en adolescentes de Taiwan<sup>4</sup>. Así mismo en niños y adolescentes venezolanos se demostró que a mayor consumo de bebidas azucaradas, se observó mayor número de individuos con diagnóstico alterado para los componentes del SM<sup>5</sup>. De igual forma, en adolescentes de Brasil se encontró una vinculación entre el consumo de alimentos procesados y el SM<sup>6</sup>. Existe una opinión creciente entre nutricionistas y científicos sobre los beneficios del incremento en la ingesta de frutas, legumbres, vegetales y cereales, los cuales son fuente importante de fibra dietaria (FD), a la cual se le ha atribuido efectos positivos en el control de las alteraciones metabólicas asociadas al SM. Algunos estudios en humanos y en animales de experimentación han mostrado evidencia de la eficacia de la FD en la regulación del peso corporal, ingesta de alimentos, la homeostasis de la glucosa, sensibilidad a la insulina y otros factores de riesgo cardiovascular como los lípidos plasmáticos, hipertensión arterial y marcadores inflamatorios<sup>7</sup>.

Según la AACC (American Asociación of Cereal Chemists), la FD es el remanente de partes comestibles de las plantas o hidratos de carbono análogos, que resisten la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso e incluye a los polisacáridos (celulosa e hemicelulosa), oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas a las plantas (gomas, pectinas y mucílagos). Promueve beneficios que incluyen laxación y atenúa los niveles del colesterol y/o glucosa en la sangre<sup>8</sup>. Por otra parte, la Asociación Dietética Americana (ADA) propone que el consumo de fibra insoluble es útil para el estreñimiento o la prevención de la diverticulitis, mientras que la fibra soluble es beneficiosa para la prevención de la obesidad, enfermedad cardiovascular y DM2<sup>9,10</sup>.

Es de gran interés en la nutrición humana el potencial efecto de la FD como tratamiento preventivo y/o curativo para el SM. En relación a la obesidad, estudios epidemiológicos sugieren un papel beneficioso de una dieta alta en fibra, mostrando que su ingesta está inversamente correlacionada con el peso y grasa corporal. La fibra podría originar la pérdida de peso a través de tres mecanismos: favoreciendo la disminución de la ingesta energética, reduciendo la absorción de nutrientes energéticos y/o modificando la respuesta metabólica<sup>11</sup>. Por otra parte, se ha demostrado el papel de la FD en la saciación y la saciedad, a través de sus efectos intrínsecos y respuestas hormonales. La FD disminuye la ingesta energética debido a su capacidad de aumentar el volumen del contenido gastrointestinal y su viscosidad, alterando por lo tanto la densidad energética, así mismo, retarda el vaciamiento gástrico, la digestión y absorción intestinal de los carbohidratos y otros macronutrientes. A su vez, disminuye la insulinemia y la glicemia postprandial que pueden tener efecto sobre los centros hipotalámicos, induciendo saciedad<sup>10,11</sup>.

La fibra también afecta la secreción de péptidos gastrointestinales como la colecistocinina (CCK) y péptido parecido al glucagón 1 (GLP-1) independiente de la respuesta glicémica, pudiendo actuar también como factores de saciedad o modificando la homeostasis de la glucosa. Adicionalmente, incrementa la captación de glucosa en el músculo esquelético y se asocia de forma inversa a la IR; hipotéticamente los ácidos grasos de cadena corta como el butírico y el propiónico producto de la fermentación anaeróbica de la fibra soluble en el colon, incrementa el número de transportadores de glucosa (GLUT-4) vía PPAR $\gamma$ <sup>7,10,12,13</sup>.

Por otra parte, los efectos hipolipemiantes de la fibra parecen estar relacionados con la disminución de la absorción intestinal de ácidos biliares, ocasionando interrupción del ciclo enterohepático, lo que determina que el hígado tenga que sintetizar más ácidos biliares a partir del colesterol intracelular<sup>13</sup>. Las hormonas gastrointestinales como el GLP-1 podría estar involucrada por su papel en la homeostasis de la glucosa y secreción de insulina, ya que los niveles de glucosa regulan la expresión de genes que modulan la síntesis de ácidos grasos en hígado, efecto que es potenciado por la insulina; adicionalmente, se propone una disminución de la síntesis de lipoproteína postprandial por retardo de la absorción de lípidos dietarios y la disminución de las síntesis de VLDL-c a consecuencia de los ácidos grasos de cadena corta como el propiónico<sup>12</sup>. Por otro lado, el aumento de la sensibilidad a la insulina ya mencionada, pudiera contribuir a prevenir la hipertensión arterial<sup>10</sup>.

En relación a las recomendaciones nutricionales para el consumo de fibra, diversos organismos internacionales sugieren una ingesta que oscila entre 15 y 38 gr/día<sup>14</sup>. En Venezuela, el Instituto Nacional de Nutrición (INN), en las "Recomendaciones Dietéticas para la Población Venezolana" señala que el consumo de FD en niños entre dos y diecisiete años debe coincidir con la cantidad que resulte de sumar 5 gr/día, a su edad cronológica<sup>15</sup>. Por todo lo

antes expuesto se planteó como objetivo del presente trabajo relacionar asociar el consumo de fibra con el estado nutricional antropométrico, con la presencia de síndrome metabólico (SM) y con sus componentes individuales, en sujetos de edad pediátrica.

La presente investigación fue de tipo descriptiva, no experimental, transeccional y de campo. Todos los participantes forman parte del programa de investigación sobre Factores Endocrino-Metabólicos implicados en el riesgo de Aterosclerosis, donde se evalúa la presencia de obesidad y alteraciones metabólicas relacionadas (dislipidemias, hipertensión, obesidad central, SM, entre otras), que se desarrolla en el Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas "Dr. Félix Gómez" (CIEM) de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia. El proyecto se presentó a la directiva de cada institución educativa y mediante comunicación, se informó a padres y/o representantes sobre los objetivos, alcances y procedimientos a realizar, solicitando su aprobación con la firma de un consentimiento informado. La investigación llevada a cabo durante el periodo 2011-2013, cumplió con los postulados de la Declaración de Helsinki y fue suscrita por el comité de bioética del CIEM.

### Población y Muestra

La población estuvo conformada por 470 niños y adolescentes de los cuales se seleccionaron 298 sujetos de ambos géneros, en edades comprendidas entre 10 y 17 años, quienes fueron divididos en dos grupos según su IMC: a) grupo integrado por 149 niños y adolescentes con diagnóstico de obesidad, sin evidencia de patologías asociadas y/o tratamiento médico prescrito; b) grupo que incluyó a 149 niños y adolescentes con diagnóstico nutricional normal (eutróficos), sin patologías asociadas y/o tratamiento médico prescrito, sin antecedentes familiares de diabetes, hipertensión arterial, obesidad o dislipidemia en primer grado y sin alteraciones en los lípidos plasmáticos, glicemia e insulina basal. A todos los sujetos que conformaron la muestra se les realizó una evaluación integral que incluyó parámetros clínicos, antropométricos, bioquímicos y dietéticos.

### Evaluación Física y Antropométrica

Un médico Pediatra realizó la historia clínica completa, que proporcionó información sobre antecedentes personales y familiares, de enfermedades agudas o crónicas y uso de medicamentos. De igual forma, se efectuó la exploración física, que incluyó la verificación del estadio puberal (Tanner), toma de tensión arterial (TA) y frecuencia cardiaca. La TA se tomó en 2 oportunidades con intervalos de 5 minutos, siguiendo procedimientos estandarizados, utilizando un esfigmomanómetro con brazaletes adecuado

a la circunferencia braquial, calibrado y debidamente validado. Por otra parte, para determinar el estado nutricional de los niños y adolescentes se tomaron las siguientes medidas antropométricas siguiendo protocolos normalizados<sup>16</sup>: peso, talla y circunferencia de cintura (CC), está tomada entre la última costilla y el borde lateral más alto de la cresta iliaca derecha. Con el peso y la talla se calculó el IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

### Evaluación Bioquímica

Previo ayuno de 12 horas, se obtuvieron muestras de sangre de la vena antecubital y se colectaron en tubos vacutainer. Los niveles séricos de los parámetros bioquímicos de rutina como glicemia basal (GliB), colesterol total (Ct), triacilglicéridos (TAG), ácido úrico (AU) y colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-c), se determinaron por métodos enzimáticos colorimétricos empleando kits comerciales (Human Gesellschaft fur Biochemica und Diagnostica mbH), utilizando un analizador automatizado modelo BT 3000. El colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL-c), se calculó a partir de la ecuación de Friedewald:  $\text{LDL-c} = \text{Ct} - (\text{TAG}/5) - \text{HDL-c}$  y el colesterol de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-c) mediante la fórmula  $\text{TAG}/5$ <sup>17</sup>. La insulina basal sérica (InsB) se determinó mediante la prueba de ELISA (DRG Instruments GmbH, Germany, Division of DRG Internacional, Inc).

### Evaluación Dietética

Se empleó la técnica de la entrevista estructurada, utilizando el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (diaria, semanal o mensual), obteniendo información tanto cualitativa como cuantitativa acerca de la ingesta de alimentos y nutrientes. Una vez obtenido los gramos de consumo, se utilizó la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición para determinar el aporte de FD en gramos por cada uno de los alimentos<sup>18</sup>.

### Valores de referencia

Los puntos de corte utilizados para el IMC fueron los establecidos por la OMS (eutróficos  $\geq -2$  z-score -  $\leq 1$  z-score, obesos  $> 2$  z-score)<sup>19</sup> y para la CC los valores de referencia para niños y adolescentes de Maracaibo (Normal p10-p90, alta  $> p90$ )<sup>20</sup>. Para el diagnóstico del SM, se utilizó la definición de Cook y col., por ser la más ampliamente utilizada, la cual es una versión adaptada para adolescentes, del NCEP (National Cholesterol Education Program)<sup>21</sup>, sin embargo, para el valor de referencia de glicemia en ayuno (GliB) se siguió la recomendación de la Asociación Americana de Diabetes<sup>22</sup>. En relación al consumo de fibra, se consideró como consumo normal los valores recomendados por la OMS<sup>23</sup>.

### Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 17 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL). Los resultados se expresaron como media  $\pm$  error estándar (EE) y como frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Previa verificación de la distribución normal de las variables, para determinar las diferencias entre grupos, se aplicó la prueba t- Student para muestras independientes, y ANO-

VA de un factor utilizando Scheffe y Tukey b como post hoc. Adicionalmente se aplicaron las pruebas de correlación de Pearson y  $\text{Chi}^2$  de Pearson, para verificar la asociación entre variables. Se consideraron significativos los valores  $p < 0,05$ .

## Resultados

**S**e evaluaron un total de 298 niños y adolescentes, con una edad promedio de  $11,92 \pm 0,1$  años de edad, 149 obesos (85 del género masculino) y 149 eutróficos (67 del género masculino). Las características antropométricas, clínicas y bioquímicas de todos los sujetos evaluados se muestran en la tabla 1, se puede observar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambos grupos para todas las variables con excepción de la GliB ( $p = 0,220$ ), correspondiendo a los obesos los niveles más altos, sin embargo, el valor de la HDL-c resultó mayor en los eutróficos ( $p < 0,0001$ ). Por otra parte, la comparación entre obesos con y sin SM (tabla 2), reveló diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para todos los parámetros menos para la edad, GliB y Ct ( $p > 0,05$ ), presentando los obesos con SM los valores más altos, no así la HDL-c que resultó más baja en este grupo ( $p < 0,001$ ). En los sujetos obesos se pudo observar que el 40,9% mostró alteración en dos parámetros considerados como criterios para SM (tabla 3) y el 26,2% presentó SM (13,4% del grupo total). De los cinco componentes considerados para el diagnóstico de SM, la CC, los TAG y la HDL-c fueron porcentualmente los más alterados (tabla 4).

**Tabla 1. Variables demográficas, antropométricas, clínicas y bioquímicas de los niños y adolescentes evaluados según estado nutricional**

Variables	Todos n=298	Eutróficos n=149	Obesos n=149	p
Edad (años)	11,92 $\pm$ 0,1	11,57 $\pm$ 0,2	12,28 $\pm$ 0,2	0,005
Peso (Kg)	55,87 $\pm$ 1,3	40,70 $\pm$ 0,9	71,04 $\pm$ 1,7	0,0001
Talla (cm)	151,62 $\pm$ 0,7	149,86 $\pm$ 1,1	153,39 $\pm$ 1,0	0,020
IMC ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ )	23,59 $\pm$ 0,4	17,61 $\pm$ 0,2	29,57 $\pm$ 0,4	0,0001
CC (cm)	79,86 $\pm$ 1,0	65,09 $\pm$ 0,7	94,63 $\pm$ 1,0	0,0001
TAS (mmHg)	100,75 $\pm$ 0,8	93,45 $\pm$ 0,9	108,05 $\pm$ 1,0	0,0001
TAD (mmHg)	67,21 $\pm$ 0,6	63,48 $\pm$ 0,8	70,94 $\pm$ 0,8	0,0001
Glicemia Basal (mg/dl)	83,86 $\pm$ 0,5	<b>83,21 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>84,51 <math>\pm</math> 0,8</b>	<b>0,220</b>
Insulina Basal (uIU/ml)	15,32 $\pm$ 0,7	8,15 $\pm$ 0,3	22,50 $\pm$ 1,1	0,0001
HDL-c (mg/dl)	46,36 $\pm$ 0,7	49,56 $\pm$ 0,8	43,16 $\pm$ 1,2	0,0001
Colesterol Total (mg/dl)	154,73 $\pm$ 2,0	148,58 $\pm$ 2,4	160,88 $\pm$ 3,3	0,003
Triacilglicéridos (mg/dl)	101,72 $\pm$ 4,6	57,74 $\pm$ 1,8	145,71 $\pm$ 7,6	0,0001
Ácido Úrico (mg/dl)	4,63 $\pm$ 0,1	3,96 $\pm$ 0,1	5,30 $\pm$ 0,1	0,0001

Resultados expresados como media  $\pm$  error estándar (EE).  $p =$  significancia estadística determinada con la prueba t- student para muestras independientes. IMC= Índice de

Masa Corporal, CC= Circunferencia de Cintura, TAS= Tensión Arterial Sistólica, TAD= Tensión Arterial Diastólica, HDL-c= Colesterol de las lipoproteínas de Alta Densidad.

**Tabla 2. Características antropométricas, clínicas y bioquímicas de los sujetos obesos con y sin Síndrome Metabólico.**

Variables	Obesos sin SM n=110	Obesos con SM n=39	p
Porcentaje (%)	73,8	26,2	NA
Edad (años)	<b>12,2±0,2</b>	<b>12,4±0,3</b>	<b>0,712</b>
Peso (Kg)	67,5±1,7	81,1±3,6	0,0001
Talla (cm)	151,8±1,1	157,8±1,9	0,007
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28,7±0,4	31,9±0,9	0,001
CC (cm)	92,6±1,0	100,3±2,2	0,0001
TAS (mm Hg)	106,4±1,2	112,7±2,4	0,009
TAD (mm Hg)	<b>69,9±0,8</b>	<b>73,9±1,6</b>	<b>0,021</b>
Glicemia Basal (mg/dL)	<b>84,4±0,9</b>	<b>84,8±1,5</b>	<b>0,798</b>
Insulina Basal uIU/mL	20,5±1,2	28,3±2,0	0,001
HDL-c (mg/dL)	45,6±1,5	36,4±1,4	0,001
Colesterol Total (mg/dL)	<b>157,8±4,1</b>	<b>169,7±4,6</b>	<b>0,112</b>
Triacilglicéridos (mg/dL)	132,7±9,1	182,5±11,9	0,004
Ácido Úrico (mg/dL)	5,1±0,1	6,0±0,3	0,001

Resultados expresados como media ± error estándar (EE). p= significancia estadística, mediante prueba t-student para muestras independientes. SM= Síndrome Metabólico, NA= No aplica, IMC= Índice de Masa Corporal, CC= Circunferencia de Cintura, TAS= Tensión Arterial Sistólica, TAD= Tensión Arterial Diastólica, HDL-c= Colesterol unido a las Lipoproteínas de Alta Densidad.

**Tabla 3. Distribución porcentual de los niños y adolescentes obesos según el número de criterios para Síndrome Metabólico**

Criterios para SM	n	%
0	12	8,1
1	37	24,8
2	61	40,9
3	<b>34</b>	<b>22,8</b>
4	<b>5</b>	<b>3,4</b>
Total	149	100

SM= Síndrome Metabólico

**Tabla 4. Distribución porcentual de los niños y adolescentes obesos según el diagnóstico de los criterios para Síndrome Metabólico**

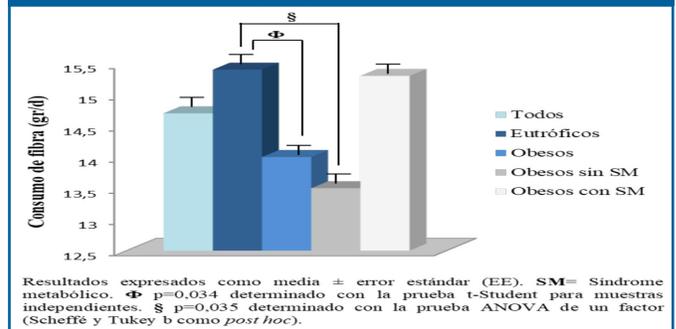
Criterios para SM	Diagnóstico	n	%
CC	Bajo	9	3
	Normal	185	62,1
TA	Alto	<b>104</b>	<b>34,9</b>
	Normal	94,6	94,6
Glicemia Basal	Normal	294	98,7
	Alto	4	1,3
Triacilglicéridos	Normal	215	72,1
	Alto	<b>83</b>	<b>27,9</b>
HDL-c	Normal	229	76,8
	Bajo	<b>69</b>	<b>23,2</b>

Resultados expresados como número de sujetos y porcentajes. CC= Circunferencia de cintura, TA= Tensión arterial, HDL-c= Colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad.

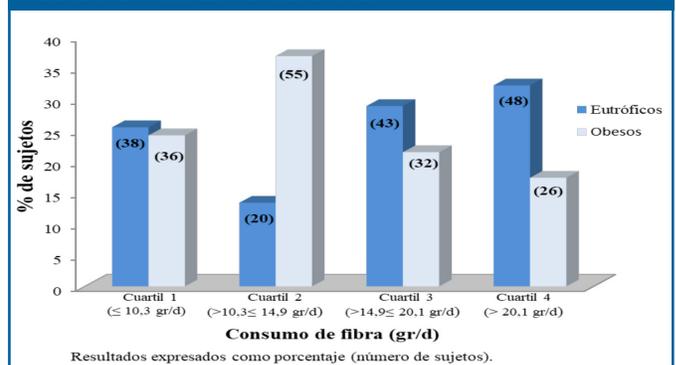
El análisis del consumo diario de fibra total (figura 1), reveló diferencia significativa (p=0,034) entre obesos (14,0 gr/día) y eutróficos (15,4 gr/día). De igual forma al comparar entre eutróficos y obesos con y sin SM se evidenció un consumo mayor en los eutróficos (15,4 gr/día) que en los obesos sin SM (13,5 gr/día, p=0,035). No se observó diferencia significativa entre obesos con (15,3 gr/día) y sin SM (13,5 gr/día). Es importante destacar que la media de consumo de fibra de todos los grupos estuvo por debajo de las recomendaciones de la OMS. Adicionalmente, al dividir el consumo diario de fibra total en cuartiles (figura 2), el 61,1% de los sujetos eutróficos se ubican en los dos últimos cuartiles mientras que los obesos (61,1%) lo hacen en los dos primeros, encontrándose asociación entre el consumo de fibra y el estado nutricional mediante Chi<sup>2</sup> de Pearson (p<0,0001).

Por otra parte, al comparar el consumo diario de fibra entre los sujetos obesos, distribuidos según el número de criterios para SM (figura 3), no se encontró diferencias significativas. La distribución de los sujetos obesos según el número de criterios para SM y cuartiles de consumo diario de fibra total (figura 4) mostró, que el 58,5% de los sujetos sin criterios para SM se ubican en los cuartiles 3 y 4, mientras que el 75,6%, el 60,7% y el 53,8% con uno, dos, tres o más criterios para SM respectivamente se ubican en los cuartiles 1 y 2.

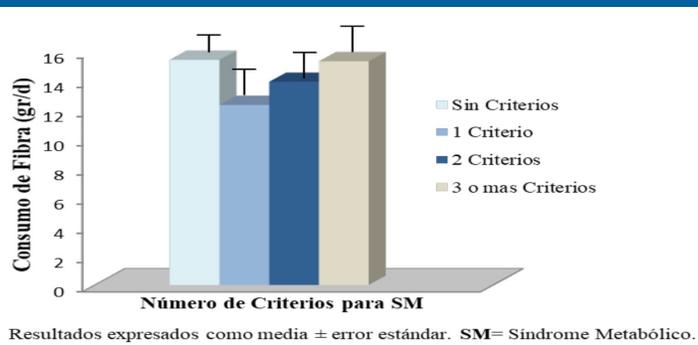
**Figura 1. Consumo de fibra total de los niños y adolescentes según estado nutricional y diagnóstico de Síndrome Metabólico**



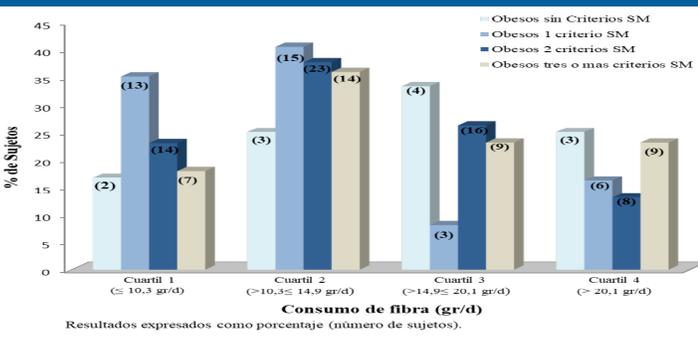
**Figura 2. Distribución de los sujetos eutróficos y obesos según cuartiles de consumo de fibra total**



**Figura 3. Consumo de fibra total de los niños y adolescentes obesos según el número de criterios para Síndrome Metabólico**



**Figura 4. Distribución de los sujetos obesos según número de criterios para Síndrome Metabólico y cuartiles de consumo de fibra total**



En relación al consumo diario de fibra, en la tabla 5 se muestra que la mayor fuente de fibra para todos los grupos son los cereales (arroz, arepa de maíz y de trigo, pan, galletas, pasta, avena, maicena y crema de arroz), frutas y vegetales, con un mayor consumo de frutas por los eutróficos ( $p < 0,0001$ ) y de vegetales por los obesos ( $p < 0,008$ ). En este mismo orden de ideas, se observó que los niños y adolescentes obesos sin SM consumen más frutas que los obesos con SM ( $p < 0,034$ ) pero, ambos grupos tiene un consumo menor a los eutróficos ( $p < 0,05$ ). Con respecto a las raíces/tubérculos, los obesos sin SM mostraron un consumo menor al de los obesos con SM ( $p < 0,001$ ) y al de los eutróficos ( $p < 0,05$ ). En relación a los vegetales los obesos con SM exhibieron un consumo mayor al observado por los obesos sin SM ( $p < 0,010$ ) y al grupo de eutróficos ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 5. Consumo de fibra según fuente alimentaria en los sujetos evaluados**

Fuente de Fibra	%	Todos n=298	Eutróficos n=149	Obesos n=149	p	Obesos sin SM n=110	Obesos con SM n=39	p
Leguminosas (gr/d)	7,5	1,1±0,1	1,2±0,1	1,0±0,1	0,109	1,0±0,1	1,2±0,1	0,195
Cereales (gr/d)	42,1	6,2±0,2	6,2±0,3	6,2±0,3	0,978	6,0±0,3	6,7±0,6	0,291
Raíces/Tubérculos (gr/d)	11,6	1,7±0,1	1,8±0,1 <sup>b</sup>	1,5±0,1	0,058	1,3±0,1 <sup>a</sup>	2,1±0,3 <sup>b</sup>	<b>0,001</b>
Frutas (gr/d)	24,5	3,6±0,2	4,5±0,4 <sup>a</sup>	2,7±0,2	<b>0,0001</b>	3,0±0,3 <sup>b</sup>	1,9±0,2 <sup>b</sup>	<b>0,034</b>
Vegetales (gr/d)	14,3	2,1±0,1	1,8±0,2 <sup>b</sup>	2,5±0,2	<b>0,008</b>	2,2±0,2 <sup>b</sup>	3,3±0,5 <sup>a</sup>	<b>0,010</b>

Resultados expresados como media ± error estándar (EE). SM= Síndrome Metabólico. p= significancia estadística, mediante prueba t-student para muestras independientes. Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa mediante ANOVA de un factor (Scheffé y Tukey-b como post hoc).

Finalmente, en la tabla 6 se evidencia que existe una correlación inversa entre el IMC, la InsB y componentes del SM con el consumo diario de fibra total, correlación que es significativa para, IMC, CC, TAS y GliB ( $p < 0,05$ ). Así

mismo, se encontró correlación positiva significativa entre los gramos de fibra procedentes de los vegetales y el IMC, CC e InsB ( $p < 0,05$ ); correlación significativa inversa entre los gramos de fibra aportados por raíces y tubérculos y TAD, entre la fibra provenientes de las frutas e IMC, CC, TAS, GliB e InsB y los TAG ( $p < 0,05$ ). Para los obesos únicamente se observó (datos no mostrados) correlación significativa inversa entre el consumo diario de fibra total con TAS, entre los gramos de fibra aportados por los vegetales y por las frutas con la GliB y la InsB respectivamente ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 6. Asociación de componentes del Síndrome Metabólico, IMC e Insulina Basal con el consumo de fibra total y con el consumo de fuentes alimentarias de fibra en los niños y adolescentes evaluados.**

Variables	Fibra Total n=298		Vegetales n=298		Raíces/ Tubérculos n=298		Frutas n=298	
	P	p	P	p	P	p	P	p
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	-0,114	<b>0,049</b>	0,157	<b>0,007</b>	-0,191	0,118	-0,169	<b>0,003</b>
CC (cm)	-0,123	<b>0,034</b>	0,162	<b>0,005</b>	-0,113	0,075	-0,140	<b>0,016</b>
TAS (mm Hg)	-0,154	<b>0,008</b>	0,055	0,348	-0,086	0,138	-0,140	<b>0,015</b>
TAD (mm Hg)	-0,099	0,087	-0,044	0,452	-0,152	<b>0,009</b>	-0,038	0,515
Glicemia Basal (mg/dL)	-0,125	<b>0,030</b>	-0,100	0,084	0,000	0,999	-0,140	<b>0,016</b>
Insulina Basal (uIU/mL)	-0,082	0,157	0,140	<b>0,015</b>	-0,030	0,610	-0,212	<b>0,0001</b>
HDL-c (mg/dL)	-0,010	0,865	-0,064	0,269	-0,010	0,860	0,039	0,504
Triacilglicéridos (mg/dL)	-0,040	0,491	0,082	0,159	-0,061	0,294	-0,167	<b>0,004</b>

P= Coeficiente de correlación de Pearson. p= significancia estadística. IMC= Índice de Masa Corporal, CC= Circunferencia de Cintura, TAS= Tensión Arterial Sistólica, TAD= Tensión Arterial Diastólica, HDL-c= Colesterol unido a las Lipoproteínas de Alta Densidad.

La comparación de las características antropométricas, clínicas y bioquímicas entre eutróficos y obesos y entre obesos con SM y sin SM, arrojó diferencias significativas para la mayoría de las variables analizadas, resultados que coinciden con los comunicados por las diferentes investigaciones realizadas en niños y adolescentes de Túnez, Estados Unidos, Polonia y Venezuela<sup>24-28</sup>. Con respecto al SM, casi 3 de cada 10 pacientes obesos presentó SM, hallazgos similares han sido descritos para niños y adolescentes latinos del sur de California (USA), sin embargo la frecuencia es más baja a la observada en niños de Túnez pero es mayor al de los niños de Brasil, Costa Rica, España, Portugal y otros países de Europa<sup>2,25,29-33</sup>. Las diferencias podrían ser atribuidas a las características de la población, al número de sujetos evaluados, a la forma de selección de la muestra y a los criterios diagnóstico para SM utilizados.

Los componentes del SM más frecuentemente alterados fueron CC, TAG y HDL-c, coincidiendo con otros investigadores, en que la CC y las HDL-c bajas están entre los tres más comunes<sup>2,25,34</sup>. Sin embargo, en los resultados presentados por otros autores, además de la CC, se incluye la TA y los TAG<sup>31,33,35</sup>. Por otra parte, un trabajo en el que se evaluaron diferentes razas, arrojó que en los blancos no hispánicos y en los mexicanos-americanos, la CC no es uno de los criterios diagnóstico para SM usualmente alterado, a diferencia de lo observado para los negros no hispánicos. En este último grupo, entre las tres alteraciones más frecuentes están la TA, la CC y los TAG, mientras que los blancos y los mexicanos concordaron en los TAG y TA junto a la HDL-c en los primeros y la Glib en los últimos<sup>36</sup>.

Se ha establecido que las alteraciones antes mencionadas tienen su origen en la obesidad visceral la cual ha sido asociada con la IR; recientemente se ha mostrado que la CC es un fuerte predictor de la disminución de la acción periférica de la Insulina<sup>37</sup>. En el grupo de sujetos obesos con SM de este estudio se observó incremento significativo de la CC y presencia de IR evidenciada por el aumento de los niveles de insulina en ese grupo. En condiciones normales la insulina inhibe la lipólisis en tejido adiposo, pero en una condición de IR, la lipólisis se acelera liberando ácidos grasos (AGL) a la circulación; aunado a lo anterior se ha establecido que los adipocitos de la región visceral son más sensibles a la acción de catecolaminas que estimulan la lipólisis. Los AGL que llegan al hígado afectan la acción de la insulina en este tejido, incrementando la salida de glucosa, la síntesis de citoquinas proinflamatorias, la síntesis de TAG que salen a la circulación bajo la forma de VLDL-c y una baja secreción de HDL-c<sup>38</sup>.

Por otra parte, en condiciones de IR, la lipoprotein lipasa presente en los vasos sanguíneos de tejidos periféri-

cos, tiene baja actividad afectando el metabolismo de las VLDL-c, convirtiéndolas en donadoras de TAG para las HDL-c y LDL-c, a través de un mecanismo de intercambio por colesterol esterificado y mediado por la enzima transferidora de colesterol esterificado. El enriquecimiento en TAG de ambas lipoproteínas, trae como consecuencia que se conviertan en un excelente sustrato para la enzima triacilglicerol lipasa hepática, que elimina la cubierta lipídica transformándolas en partículas pequeñas y densas, forma bajo la cual la HDL-c es más sensible a ser degradada y eliminada del torrente sanguíneo. En el caso de las LDL-c ha cambiado su calidad convirtiéndose al igual que los remanentes de las lipoproteínas ricas en TAG, en partículas altamente aterogénicas<sup>31,34,37,38</sup>.

En cuanto a la fisiopatología de la hipertensión arterial observada en sujetos obesos y con SM, es multifactorial, compleja y fuertemente asociada a la disminución de la sensibilidad a la insulina. Se presenta activación del sistema nervioso simpático por elevación de la insulina y leptina, daño vascular a causa de la inflamación, pérdida del balance vasorelajación/vasoconstricción, estrés oxidativo y retención de sodio y fluidos por activación del sistema renina-angiotensina<sup>31,39</sup>. La IR puede atenuar algunas respuestas celulares específicas de la insulina mientras que otras persisten o pueden incrementarse, lo que parece ser el caso del endotelio vascular donde la síntesis de NO mediada por la eNOS a través de la vía PI3K se ve afectada pero no la síntesis de endotelina-1 mediante la vía de la MAPK, lo que sugiere una IR selectiva en este tejido<sup>40</sup>.

La Glib alterada es el componente con menor frecuencia, al igual que lo observado por otros investigadores en niños de Brasil, Corea, México y España pero diferente a lo reportado para adolescentes de USA y específicamente para mexicanos-americanos, donde el criterio menos común fue la HDL-c<sup>2,31,34-36</sup>. En la presente investigación solamente se detectaron cuatro sujetos con glicemia basal alterada y en el de Rinaldi uno, lo cual podría ser explicado por la capacidad de las células -pancreáticas para compensar la excesiva glucosa en sangre de los niños y adolescentes, lo cual se evidencia por los niveles de insulina significativamente más altos en los sujetos con SM<sup>2,34</sup>.

La muestra en general se ubicó dentro de un consumo bajo de FD, por debajo de las recomendaciones de la WHO, IOM (Institute of Medicine) y EFSA (European Food Safety Authority); en el caso de los eutróficos se pudo observar que lograron alcanzar las recomendaciones de ingesta de fibra de la EFSA<sup>23,41,42</sup>. El consumo de fibra de los niños y adolescente de la presente investigación fue similar al comunicado para niños mexicanos, menor a la de estudio HELENA, a la descrita para adolescentes Belgas, de Europa Occidental, Brasil, Chile y Alemania pero superior a la de los niños de Estados Unidos y de Argentina<sup>14,43-50</sup>.

Por otra parte, el consumo bajo de fibra en niños y adolescentes ha sido comunicado por otros investigadores; estudios como el HELENA realizado en 10 ciudades europeas<sup>14</sup> y el AVENA<sup>51</sup>, al igual que importantes investigaciones

realizadas en adolescentes de Europa Occidental, Bélgica y Estados Unidos arrojaron los mismos resultados<sup>44,45,49</sup>. En este mismo orden de ideas, una revisión sistemática que incluyó estudios prospectivos de cohorte y transversales en niños y adolescentes, del periodo 1990-2014, expresó que un buen número de países (Alemania, Holanda, Francia, Suiza, Suecia, Reino Unido, Italia, Portugal, Grecia, entre otros) no logran alcanzar las recomendaciones para consumo de fibra en estos grupos de edades<sup>52</sup>. De igual forma, diversos trabajos llevados a cabo en la región de Latinoamérica, entre ellos Chile, Brasil, Argentina y México refieren una baja ingesta de FD en la población de escolares y adolescentes<sup>43,46,47,50</sup>. La ingesta bajo de fibra podría ser atribuida a un patrón de consumo occidentalizado caracterizado por una elevada ingesta de carnes, altamente energético, bajo en nutrientes y con bajo consumo de vegetales y frutas<sup>14</sup>.

En la presente investigación, el consumo diario de fibra total fue significativamente diferente entre los grupos evaluados según su IMC, con un consumo menor en el grupo de obesos, resultados que coinciden con los publicados para niños obesos y eutróficos de Japón, Brasil, Chile y México<sup>43,47,53,54</sup>. Por otra parte, en el estudio HELENA se encontró diferencia significativa en el consumo de fibra en el género femenino al comparar entre sobrepeso y obesas con las eutróficas y desnutridas, sin observar diferencias significativas al comparar las diferentes categorías de IMC en el género masculino<sup>14</sup>. Otros trabajos como el estudio NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), realizado en población pediátrica de Estados Unidos, mostró un menor riesgo de obesidad en la infancia a una mayor ingesta de fibra y el llevado a cabo en Grecia, donde se concluyó que un patrón de consumo con alimentos altos en fibra, se asocia de forma inversa con la adiposidad en niños y adolescentes<sup>54-56</sup>.

Por otra parte, no se evidenció diferencia en el consumo de fibra total entre obesos con y sin SM, resultados que coinciden con los publicados para niños latinos con sobrepeso<sup>25</sup>, de igual forma no se encontró diferencia significativa al comparar la ingesta de fibra según el número de criterios para SM, similar a los hallazgos en niños de Brasil<sup>6</sup> pero diferente a lo reportado para niños latinos<sup>25</sup>. Adicionalmente, se pudo observar que el mayor porcentaje de sujetos obesos se ubican en los cuartiles más bajos de consumo diario de fibra total, al igual que los que presentan SM, mientras que los eutróficos lo hacen en los cuartiles más altos, coincidiendo a lo comunicado para adolescentes de USA<sup>57</sup>.

En la distribución de consumo de fibra total según los grupos de alimentos (principales fuentes de FD), se observó mayor consumo de cereales, seguido de frutas, vegetales, tubérculos y leguminosas que mostraron menor ingesta. El estudio HELENA también encontró que el grupo de alimentos que contribuyó principalmente en la ingesta de fibra fue el del pan y cereales, luego tubérculos (papas) y granos, snacks y postres, vegetales y frutas, mostrando igualmente un bajo consumo de leguminosas<sup>14</sup>, similar a

lo encontrado en adolescentes Belgas e Italianos<sup>44,58</sup>. Sin embargo, en los niños y adolescentes italianos y estadounidenses, las legumbres contribuyeron de forma importante a la ingesta de fibra<sup>59</sup>. En los niños y adolescentes de Brasil se encontró, que la principal fuente de fibra fueron las leguminosas y no los cereales, también se observó un bajo consumo de frutas donde los eutróficos consumieron mayor cantidad que los obesos<sup>54</sup>. Los resultados de la data analizada del estudio NHANES muestran que los alimentos consumidos principalmente por los niños y adolescentes, si bien son muy pobres en fibra al ser ingeridos en grandes cantidades contribuyen con el gran aporte de fibra observado en la muestra<sup>55</sup>.

Estudios donde se evaluó la asociación entre ingesta de fibra dietética total y los componentes del SM, han arrojado resultados inconsistentes. En niños y adolescentes Daneses, no se observó relación entre ingesta de fibra y componentes del SM pero si con la InsB<sup>60,61</sup> por otra parte, en adolescentes latinos con sobrepeso del sur de California (USA) y en adolescentes Belgas, se encontró una correlación inversa significativa entre la fibra dietética total y la CC pero no con el resto de los componentes del SM o con el IMC<sup>25,44</sup>; en niños y adolescentes de Alemania, se encontró relación positiva entre el consumo de fibra e IMC así como con el porcentaje de grasa corporal<sup>48</sup>; mientras que en niños y adolescente de Brasil esta correlación fue inversa e incluyó la CC<sup>54</sup>. En la presente investigación, además de la correlación negativa con la CC e IMC también se encontró correlación significativa entre el consumo diario de fibra total y la TAS y la GliB.

Algunos autores han evaluado la relación entre el consumo de alimentos fuente de fibra como los cereales, leguminosas, raíces y tubérculos, frutas y vegetales y los componentes del SM, encontrando asociación positiva entre el consumo de vegetales y la HDL-c, asociación negativa entre cereales y GliB y entre la ingesta de leguminosas y los TAG en niños y adolescentes de Brasil<sup>2</sup>, adicionalmente, se comunicó relación positiva entre fibra aportada por las frutas con la CC y no asociación entre la fibra proveniente de cereales con el IMC o con la CC, en adolescentes de Bélgica<sup>44</sup>. Los niños y adolescentes de este estudio mostraron correlaciones similares a las reportadas por otros autores. En el caso de los cereales y leguminosas no se encontró relación con ninguno de los componentes del SM pero se observó asociación positiva entre el consumo de vegetales y la CC, IMC e InsB, relación negativa entre el consumo de raíces y tubérculos con la TAD y entre el consumo de frutas con la CC, TAS, GliB, IMC e InsB.

La ingesta de fibra se ha asociado a importantes efectos fisiológicos entre los cuales destacan incremento del volumen fecal/laxación, disminución del tránsito intestinal, incremento de la saciedad, aumento de la fermentación a nivel de colon y por lo tanto la síntesis de ácidos grasos de cadena corta (SCFA), modulación positiva de la microflora colónica, disminución del peso corporal/adiposidad, reducción de la tensión arterial, descenso de los niveles de colesterol total y de la LDLc, incremento en los niveles de

HDLc, atenuación de la glicemia e insulinemia postprandial entre otros<sup>13</sup>. Con respecto a los efectos endocrino-metabólicos positivos atribuidos al consumo de fibra, la mayor parte de los estudios de asociación se han llevado a cabo en adultos donde se han obtenido resultados consistentes, sin embargo en niños y adolescentes las investigaciones son escasas y sus resultados son inconsistentes. Los resultados más relevantes del presente estudio son: a) el 65,7 % de los sujetos obesos presentó alteración en uno o dos de los componentes del SM y el 26,2 % presentó SM; b) el componente del SM más frecuentemente alterado fue la CC y el menos frecuente la GlIB; c) un consumo bajo de fibra (menor a 15 gr/d) en el grupo total y una ingesta de fibra significativamente menor en los sujetos obesos; d) tanto en eutróficos como en obesos aproximadamente el 50% de la fibra ingerida fue aportada por cereales; e) la fibra proveniente de vegetales fue significativamente mayor en obesos y la de frutas en los eutróficos; f) en los cuartiles más bajos de consumo diario de fibra total, se encuentra los sujetos obesos y los que presentan SM; g) la ingesta diaria de fibra total se correlacionó de forma inversa con IMC, CC, TAS y GlIB y los gramos de fibra consumida bajo la forma de frutas se correlacionó significativamente de forma inversa con IMC, CC, TAS, GlIB, InsB y TAG.

En nuestro conocimiento este es el primer trabajo en el país que muestra asociación entre ingesta de fibra y componentes del SM en edad pediátrica y con tamaño de muestra mayor a la utilizada por otros investigadores. Entre las limitaciones del presente trabajo se encuentra el no haber discriminado entre ingesta de fibra soluble e insoluble y los posibles errores por omisión o sub-reporte, en la información suministrada por los participantes así como de sus representantes sobre el consumo de alimentos.

Conflicto de intereses

Ninguno que declarar.

### Reconocimiento

Esta investigación fue ejecutada con el apoyo financiero del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CONDES) de la Universidad del Zulia. Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. Programa de Investigación "Estudio de Factores Genéticos y Metabólicos relacionados con riesgo cardiovascular en niños y adolescentes" (Grant N° CC-0157-11).

## Referencias

1. Ambrosini G, Huang R, Mori T, Hands B, O'Sullivan T, Klerk N, Beilin L, Oddy W. Dietary patterns and markers for the metabolic syndrome in Australian adolescents. *Nutrition Metabolism & Cardiovascular Diseases* 2010; 20: 274-283.
2. Rinaldi A, Gabriel G, Moreto F, Corrente J, McLellan K, Burini R. Dietary factors associated with metabolic syndrome and its components in overweight and obese Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study. *Diabetology & metabolic syndrome* 2016; 8(1): 58-67.
3. Robberecht H, De Bruyne T, Hermans N. Biomarkers of the Metabolic Syndrome: Influence of Caloric Intake, Various Food Groups and Vitamins. *Journal of Food and Nutrition Research* 2017; 5(2): 101-109.
4. Chan T, Lin W, Huang H, Lee C, Wu P, Chiu Y, et al. Consumption of sugar-sweetened beverages is associated with components of the metabolic syndrome in adolescents. *Nutrients* 2014; 6: 2088-2103.
5. Souki A, Adrianza M, Ekmeiro C, Araujo S, Bravo A, González L, García D, Ruiz G, Carrillo M. Consumo de bebidas azucaradas y presencia de los componentes individuales del síndrome metabólico en niños y adolescentes. *Antropo* 2015; 33: 1-12.
6. Tavares L, Fonseca S, Garcia R, Yokoo E. Relationship between ultra-processed foods and metabolic syndrome in adolescents from a Brazilian Family Doctor Program. *Public Health Nutr* 2012; 15: 82-87.
7. Angarita Dávila, L, Escobar, MC, Garrido, M, Carrasco, P, López-Miranda, J, Aparicio, D, Céspedes, V, González, R, Chaparro, R, Angarita, M, Wilches-Duran, S, Graterol-Rivas, M, Chacón, J, Cerda, M, Contreras-Velásquez, J, Reina, N, Bermúdez, V. Comparación del efecto de la fibra sobre el índice glicémico y carga glicémica en distintos tipos de pan. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica [Internet]*. 2016;35(4):100-106.
8. AACC (American Association of Cereal Chemists). *Cereal Food World* 2001; 46: 112-113.
9. Marlett J, McBurney M, Slavin J. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc* 2002; 102: 993-1000.
10. Zarzuelo A, Galisteo M. La fibra dietética en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico. *Nutr Clin Med* 2007; 1(1): 54-72.
11. Galisteo M, Duarte J, Zarzuelo A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2008; 19: 71-84.
12. Mudgil D, Barak S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. *Int J Biol Macromol* 2013; 61: 1-6.
13. Fuller S, Beck E, Salman H, Tapsell L. New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. *Plant foods for human nutrition* 2016; 71 (1): 1-12.
14. Lin Y, Huybrechts I, Vereecken C, Mouratidou T, Valtueña J, Kersting M, Gottrand F. Dietary fiber intake and its association with indicators of adiposity and serum biomarkers in European adolescents: the HELENA study. *European journal of nutrition* 2015; 54 (5): 771-782.
15. Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Publicación No 53 Serie Cuadernos Azules. Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Instituto Nacional de Nutrición. Caracas-Venezuela. 2000
16. Lohman T, Roche A, and Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. USA: Champaign III Human Kinetics. 1991.
17. Friedewald W, Levy R, Frederickson D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-502.
18. Tabla de composición de alimentos, revisión 2012. Fondo Editorial Gente de Maíz. Instituto Nacional de Nutrición, Caracas-Venezuela. 2012
19. OMS (Organización Mundial de la Salud). Índice de Masa Corporal para la edad de 5 a 19 años. 2007.
20. Vargas M, Souki A, Ruiz G, García D, Mengual E, González C, Chávez M, González L. Percentiles de circunferencia de cintura en niños y adolescentes del municipio Maracaibo del Estado Zulia, Venezuela. *Anales*

- Venezolanos de Nutrición 2011; 24(1):13-20.
21. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157(8): 821-827.
  22. ADA (American Diabetes Association). *Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. *Diabetes Care* 2011; 34(1): S62-S69.
  23. WHO (World Health Organization). *Prevention of Cardiovascular Disease. Guidelines for assessment and management of cardiovascular risk*. 2007
  24. Makni E, Moalla W, Benezzeddine-Boussaidi L, Lac G, Tabka Z, Elloumi M. Correlation of Resistin with Inflammatory and Cardiometabolic Markers in Obese Adolescents with and without Metabolic Syndrome. *Obes Facts* 2013; 6 (4): 393-404.
  25. Ventura E, Davis J, Alexander K, Shaibi G, Lee W, Byrd-Williams C, Toledo C, Lane C, Kelly L, Weigensberg M, Goran M. Dietary Intake and the Metabolic Syndrome in Overweight Latino Children, *Journal of the American Dietetic Association* 2008; 108(8): 1355-1359.
  26. Ruminska M, Majcher A, Pyrzak B, Czerwonogrodzka A, Brzewski M, Demkow U. Cardiovascular risk factors in obese children and adolescents. *Adv Exp Med Biol* 2016; 878: 39-47.
  27. Venzala M, Yépez R, Angulo N, Guevara H, Barbella S, González D, Hernández A. Relación entre indicadores antropométricos y factores de riesgo cardiovascular en escolares obesos. *Anales Venezolanos de Nutrición* 2015; 28 (2): 92-99.
  28. Vargas M, Araujo S, Souki A, García D, Chávez M, Vega M, Sánchez A, Amell A, Ruiz G, Montiel R, García Y, Silva Y. Prevalencia de Síndrome Metabólico y de sus componentes individuales en niños y adolescentes de tres parroquias del municipio Maracaibo, estado Zulia. *Síndrome Cardiometabólico* 2011; 1(3): 52-59
  29. Jamoussi H, Mahjoub F, Sallemi H, Berriche O, Ounaissa K, Amrouche C, Blouza S. Metabolic syndrome in Tunisian obese children and adolescents. *La Tunisie Medicale* 2012; 90(1): 36-40.
  30. Holst I, Nuñez H, Monge R, Barrantes M. Components of the metabolic syndrome among a sample of overweight and obese Costarican schoolchildren. *Food and nutrition bulletin* 2009; 30(2): 161-170.
  31. de Armas M, Megías S, Viveros M, Bolaños P, Piñero B. Prevalencia de síndrome metabólico en una población de niños y adolescentes con obesidad. *Endocrinología y Nutrición* 2012; 59(3): 155-159.
  32. Pedrosa C, Oliveira B, Albuquerque I, Simões C, Vaz M, Correia F. Obesity and metabolic syndrome in 7-9 years-old Portuguese schoolchildren. *Diabetology & metabolic syndrome* 2010; 2(1): 40.
  33. Ahrens W, Moreno L, Marild S, Molnár D, Siani A, De Henauw S, Böhm J, Günther K, Hadjigeorgiou C, Iacoviello L, Lissner L. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. *International journal of obesity* 2014; 38(2); S4-S14.
  34. Juárez C, Klünder M, Medina P, Madrigal A, Mass E, Flores S. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC public health* 2010; 10(1): 318-324.
  35. Park S, Lee S, Kim S, Lee M. Gender specific effect of major dietary patterns on the metabolic syndrome risk in Korean pre-pubertal children. *Nutrition research and practice* 2013; 7(2): 139-145.
  36. Pan Y, Pratt C. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *Journal of the American Dietetic Association* 2008; 108(2): 276-286.
  37. Tchernof A, Després J. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiological reviews* 2013; 93(1): 359-404.
  38. Weiss R, Bremer A, Lustig R. What is metabolic syndrome, and why are children getting it?. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2013; 1281(1): 123-140.
  39. Wirix A, Kaspers P, Nauta J, Chinapaw M, Kist van Holthe J. Pathophysiology of hypertension in obese children: a systematic review. *Obesity reviews* 2015; 16(10): 831-842.
  40. Muniyappa R, Sowers J. Role of insulin resistance in endothelial dysfunction. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* 2013; 14(1): 5-12.
  41. IOM (Institute of Medicine). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. The National Academies. USA. 2005.
  42. EFSA (European food safety authority). *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre*. 2010; J8:1462.
  43. Vilchis J, Galván M, Klünder M, Cruz M, Flores S. Food habits, physical activities and sedentary lifestyles of eutrophic and obese school children: a case-control study. *BMC public health* 2015; 15(1): 124-131.
  44. Lin Y, Huybrechts I, Vandevijvere S, Bolca S, De Keyzer W, De Vriese S, De Backer G. Fibre intake among the Belgian population by sex-age and sex-education groups and its association with BMI and waist circumference. *British journal of nutrition* 2011; 105(11): 1692-1703.
  45. Rolland M, Bellisle F, Deheeger M. Nutritional status and food intake in adolescents living in Western Europe. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(1): S41-S46.
  46. Souza R, Yokoo E, Sichieri R, Pereira R. Energy and macronutrient intakes in Brazil: results of the first nationwide individual dietary survey. *Public health nutrition* 2015; 18(17): 3086-3095.
  47. Liberona Y, Engler V, Castillo O, Rozowski J. Ingesta de macronutrientes y prevalencia de malnutrición por exceso en escolares de 5º y 6º básico de distinto nivel socioeconómico de la Región Metropolitana. *Revista chilena de nutrición* 2008; 35(3): 190-199.
  48. Cheng G, Karaolis N, Libuda L, Bolzenius K, Remer T, Buyken A. Relation of dietary glycemic index, glycemic load, and fiber and whole-grain intakes during puberty to the concurrent development of percent body fat and body mass index. *American journal of epidemiology* 2009; 169(6): 667-677.
  49. O'Neil C, Zhanovc M, Keast D, Fulgoni V, Nicklas T. Nutrient contribution of total and lean beef in diets of US children and adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. *Meat science* 2011; 87(3): 250-256.
  50. Kovalskys I, Indart P, Amigo M, De Gregorio M, Rausch C, Karner M. Ingesta alimentaria y evaluación antropométrica en niños escolares de Buenos Aires. *Archivos argentinos de pediatría* 2013; 111(1): 9-14.
  51. Wörnberg J, Ruiz J, Ortega F, Romeo J, González M, Moreno L, García S, Gómez E, Nova L, Díaz M. Estudio AVENA (Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes). Resultados obtenidos 2003-2006. *Pediatr Integral* 2006; 1: 50-55.
  52. Edwards C, Xie C, García A. Dietary fibre and health in children and adolescents. *Proceedings of the Nutrition Society* 2015; 74(3): 292-302.
  53. Shinozaki K, Okuda M, Sasaki S, Kunitsugu I, Shigeta M. Dietary Fiber Consumption Decreases the Risks of Overweight and Hypercholesterol-

emia in Japanese Children. *Annals of Nutrition and Metabolism* 2015; 67(1): 58-64.

54. Balthazar E, de Oliveira M. Differences in dietary pattern between obese and eutrophic children. *BMC research notes* 2011; 4(1): 567-573.
55. Brauchla M, Juan W, Story J, Kranz S. Sources of Dietary Fiber and the Association of Fiber Intake with Childhood Obesity Risk in 2–18 Year Olds and Diabetes Risk of Adolescents 12–18 Year Olds: NHANES 2003–2006. *Journal of Nutrition and Metabolism* 2012; 2012: 1-7.
56. Moschonis G, Kalliora A, Costarelli V, Papandreou C, Koutoukidis D, Lionis C, Chrousos G, Manios Y. Identification of lifestyle patterns associated with obesity and fat mass in children: the Healthy Growth Study. *Public Health Nutrition* 2013; 17(3): 614-624.
57. Carlson J, Eisenmann J, Norman G, Ortiz K, Young P. Dietary fiber and nutrient density are inversely associated with the metabolic syndrome in US adolescents. *Journal of the American Dietetic Association* 2011; 111(11): 1688-1695.
58. Leclercq C, Piccinelli R, Arcella D, Le Donne C. Food consumption and nutrient intake in a sample of Italian secondary school students: results from the INRAN-RM-2001 food survey. *International journal of food sciences and nutrition* 2004; 55(4): 265-277.
59. Keast D, Fulgoni V, Nicklas T, O'Neil C. Food sources of energy and nutrients among children in the United States: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2006. *Nutrients* 2013; 5(1): 283-301.
60. Damsgaard C, Ritz C, Dalskov S, Landberg R, Stark K, Biloft A, Tetens I, Astrup A, Michaelsen K, Lauritzen L. Associations between school meal-induced dietary changes and metabolic syndrome markers in 8–11-year-old Danish children. *European journal of nutrition* 2016; 55(5): 1973-1984.
61. Damsgaard C, Biloft A, Tetens I, Michaelsen K, Lind M, Astrup A, Landberg R. Whole-Grain Intake, Reflected by Dietary Records and Biomarkers, Is Inversely Associated with Circulating Insulin and Other Cardiometabolic Markers in 8 to 11-Year-Old Children. *The Journal of Nutrition* 2017; 147(5): 816-824.

Manuel Velasco (Venezuela) **Editor en Jefe** - Felipe Alberto Espino Comercialización y Producción  
Reg Registrada en los siguientes índices y bases de datos:

**SCOPUS**, EMBASE, Compendex, GEOBASE, EMBiology, Elsevier BIOBASE, FLUIDEX, World Textiles,

**OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS)**, REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal),

**Google Scholar**

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)

LIVECS (Literatura Venezolana para la Ciencias de la Salud), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud)

PERIÓDICA (Índices de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), REVENCYT (Índice y Biblioteca Electrónica de Revistas Venezolanas de Ciencias y Tecnología)

SABER UCV, DRJI (Directory of Research Journal Indexing)

ClCaLIA (Conocimiento Latinoamericano y Caribeño de Libre Acceso), EBSCO Publishing, PROQUEST



Esta Revista se publica bajo el auspicio del  
Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico  
Universidad Central de Venezuela.



 [cdch-ucv.net](http://cdch-ucv.net)

 [publicaciones@cdch-ucv.net](mailto:publicaciones@cdch-ucv.net)

[www.revistahipertension.com.ve](http://www.revistahipertension.com.ve)

[www.revistadiabetes.com.ve](http://www.revistadiabetes.com.ve)

[www.revistasindrome.com.ve](http://www.revistasindrome.com.ve)

[www.revistaavft.com.ve](http://www.revistaavft.com.ve)