

**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA**

**ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO**

Maestría en Ciencias de la Salud con Área de Concentración en Nutrición

Generación 2010 - 2012

*DENSIDAD ENERGÉTICA DE LA DIETA  
Y SU ASOCIACIÓN CON SOBREPESO Y  
OBESIDAD EN NIÑOS DE EDAD  
ESCOLAR EN MÉXICO*

**Tania Cony Aburto Soto**  
tania.aburto@insp.mx

Director: Dr. Juan Ángel Rivera Dommarco - CINyS, INSP

Asesores: Mtra. Lucía Hernández Barrera - CINyS, INSP

Mtra. Alejandra De Jesús Cantoral Preciado - CIEE, INSP

## Introducción

La densidad energética de los alimentos se define como la cantidad de energía que aporta un alimento por unidad de peso, generalmente especificada como kcal/g o kcal/100 g; la cual se encuentra determinada principalmente por el contenido de agua, fibra y lípidos de los alimentos.<sup>1</sup>

Se ha observado que la densidad energética de la dieta (DED), excluyendo las bebidas, puede llegar a alterar los procesos normales de la regulación del apetito. A ésta falla en la regulación fisiológica se le ha denominado “sobre-consumo pasivo”.<sup>2</sup> La explicación de este fenómeno radica en que los individuos tienden a consumir el mismo volumen de alimento, independientemente de la densidad energética de los mismos, ya que se cuenta con una habilidad innata débil para reconocer los alimentos de alta densidad energética y realizar ajustes en su consumo para mantener la homeostasis energética.<sup>2-4</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>5</sup> y el World Cancer Research Fund (WCRF)<sup>6</sup> consideran a las dietas de alta densidad energética como un factor causal probable de la ganancia de peso. Éste último recomienda que la DED sea menor a 125 kcal por 100 gramos, y consumir alimentos de alta densidad energética con moderación (definidos como aquellos alimentos sólidos cuyo contenido de energía es superior a 275 kcal/100 g).<sup>7</sup>

El Comité Consultivo de Guías Dietéticas de Estados Unidos (DGAC, por sus siglas en inglés) de 2010 concluyó que existe evidencia fuerte y consistente en adultos que una dieta baja en densidad energética mejora la pérdida de peso y su mantenimiento. En el caso de niños y adolescentes se concluyó que hay evidencia moderadamente fuerte que sugiere que existe una asociación positiva entre la DED y el incremento de tejido adiposo.<sup>8</sup>

Estudios en adultos han mostrado una asociación positiva entre la ingesta energética y la DED.<sup>9-12</sup> Sin embargo, la respuesta de los niños a esta característica de la dieta permanece inconclusa.<sup>1</sup>

Un estudio en niños de 3 a 6 años de edad concluyó que éstos ajustaban su ingesta de alimentos del día en relación con la DED, ya que los que ingirieron una dieta de mayor densidad energética, consumieron menos volumen de comida comparado con los que habían consumido una dieta de menor densidad energética.<sup>13</sup> Un estudio en niños de 2 a 6 años, mostró que entre los 2 y 3 años de edad, los niños mantenían consumos de energía constantes, independientemente del tamaño de la porción ofrecido, mientras que niños de 4 a 6 años consumían una mayor cantidad de energía al aumentar el tamaño de la porción.<sup>14</sup> Resultados similares se encontraron al ofrecer una colación con diferente densidad energética a niños de entre 6 y 9 años y posteriormente medir el consumo de la siguiente comida, observando que los niños ajustaron su ingesta energética en respuesta a los alimentos previamente consumidos, pero encontrándose una diferencia significativa dependiendo de la edad, ya que los niños de menor edad lograron ajustar su ingesta más eficientemente que los niños mayores.<sup>15</sup> Lo anterior sugiere que los mecanismos relacionados en la regulación de la ingesta energética pueden irse alterando conforme los niños aumentan de edad.

Sin embargo, otros estudios no han mostrado este ajuste en niños del mismo grupo etario. Por ejemplo Gibson encontró una correlación positiva entre la DED de niños de 1.5 a 4.5 años, analizada por medio de diarios de alimentos de 4 días, con la ingesta energética.<sup>16</sup> Un estudio experimental realizado en niños de 5 a 6 años de edad, donde se manipuló el tamaño de porción y

la densidad energética del platillo principal en una comida, encontró que el efecto de ambas fue aditivo e independiente. La ingesta de otros alimentos de la comida no varió en respuesta de los cambios en la combinación de densidad energética y tamaño de porción. Comparando con la densidad energética y tamaño de porción de referencia, la energía consumida en el platillo principal aumentó 33% cuando se duplicó su tamaño de la porción, aumentó 33% cuando se incrementó su densidad energética en un 40% y aumentó 76% cuando se combinaron ambas modificaciones.<sup>17</sup> En niños y adolescentes menores de 19 años de Estados Unidos también se observó una asociación positiva de la DED con la ingesta total de energía.<sup>18</sup>

Es probable que las señales posteriores a la ingesta de alimentos inhiban el apetito, pero conforme los niños aumentan de edad, la capacidad de los mecanismos de regulación puede disminuir su efectividad, posiblemente debido a la fuerte influencia de factores ambientales. Además existe la teoría de que los mecanismos de regulación para prevenir un déficit de energía están estrechamente regulados, mientras que aquellos que previenen la sobre-ingesta presentan un menor control.<sup>19</sup>

La asociación entre DED y ganancia de peso se ha estudiado en adultos y niños. En los primeros se tiene clara evidencia sobre la asociación entre la DED, la ganancia de peso<sup>9,20</sup> y la presencia de síndrome metabólico.<sup>21</sup> Estudios clínicos han demostrado que una disminución en la DED se refleja en una pérdida de peso a largo plazo.<sup>22,23</sup> Sin embargo, al igual que con la ingesta de energía, la información en el caso de los niños resulta menos concluyente. En el estudio mencionado anteriormente en niños de 1.5 a 4.5 años en el cual se observó asociación entre la DED e ingesta energética, no se encontró relación entre la DED y el índice de masa corporal.<sup>16</sup>

En estudios longitudinales también se han encontrado resultados no concluyentes. Por ejemplo, un estudio realizado en niños de 3 a 6 años donde utilizaron tres métodos para estimar la densidad energética: 1) únicamente alimentos sólidos, 2) alimentos sólidos y leche y 3) alimentos y bebidas; no se encontró relación en ninguna de las categorías con la presencia de sobrepeso u obesidad.<sup>24</sup> McCaffrey y cols. siguieron a niños de 6 a 8 años de edad hasta los 13 a 17 años, calculando la DED al inicio del estudio y comparándola posteriormente con cambios antropométricos. Encontraron que la DED no se asoció con cambios en peso, porcentaje de grasa o circunferencia de cintura, pero sí con el índice de masa grasa [grasa (kg)/altura al cuadrado (m<sup>2</sup>)].<sup>25</sup> En un estudio similar se obtuvo información de la dieta de niños a los 5 y 7 años de edad y se analizó su asociación con indicadores antropométricos a los 9 años de edad. No se encontró asociación con la DED de los niños medida a los 5 años de edad, pero sí entre la DED reportada a los 7 años con el exceso de tejido adiposo presentado a los 9 años de edad.<sup>26</sup>

Probablemente una de las razones por las cuales la evidencia resulta poco concluyente es por la complejidad que se enfrenta al analizar relaciones causales dietéticas; principalmente por los importantes retos que se tienen en las mediciones. Algunos autores afirman que aunque ciertas asociaciones evidentemente existen, la medición de dieta es tan imprecisa que la relación se oscurece.<sup>27</sup> Los errores asociados a los recordatorios de dieta pueden ser aleatorios o sistemáticos. Los primeros atenúan la asociación al introducir variabilidad en el estimador y reducir la precisión. Los segundos pueden producir un sesgo en la estimación al sobreestimar o subestimar el consumo “real” de la persona.

Uno de los problemas actuales más importantes de salud pública en México es el aumento acelerado en la prevalencia de sobrepeso y obesidad.<sup>28</sup> En el caso de los niños escolares (de 5 a 11 años) la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012) fue de 34.4% utilizando la referencia de la OMS del 2007.<sup>29</sup> En 1999 dicha prevalencia fue de 26.8%.<sup>30</sup>

Por lo anterior se propone el presente estudio, que plantea estimar la distribución de la DED en la población de escolares mexicanos y analizar si ésta es diferente entre los niños que presentan peso adecuado y los que presentan sobrepeso u obesidad. Además se plantea determinar el porcentaje de los escolares mexicanos que cumple con la recomendación propuesta por el World Cancer Research Fund (DED menor a 125 kcal/100 g). Por último se propone estimar las distribuciones anteriores considerando y comparando diferentes ajustes para lidiar con los errores sistemáticos y aleatorios propios de los recordatorios de dieta.

## **Material y Métodos**

Los datos de la población de estudio se obtuvieron de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012), realizada entre octubre de 2011 y mayo de 2012, que fue diseñada para cuantificar la frecuencia, distribución y tendencias del estado de salud y nutrición de la población mexicana. El diseño muestral de la encuesta fue probabilístico, estratificado y por conglomerados con representatividad estatal y por estratos urbano y rural. La descripción detallada de los procedimientos de muestreo fue publicada por Gutiérrez et. al.<sup>29</sup> Para los propósitos del presente análisis, la población de estudio estuvo constituida por niños en edad escolar (5 a 11 años) para los cuales se contaba con por lo menos un recordatorio de 24 horas (n=2,783). Se excluyeron a aquellos recordatorios con datos de consumo aberrantes (calculado como un consumo menor a -2 desviaciones estándar (DE) o mayor a +2DE del logaritmo de la razón del consumo de energía y los requerimientos energéticos calculados con las fórmulas de Instituto de Medicina de Estados Unidos<sup>31</sup> (n=129). De los restantes 2,654 individuos, 115 no contaban con mediciones antropométricas válidas y 140 carecían de información sobre escolaridad materna por lo que fueron excluidos del análisis. También se excluyeron a 32 individuos que fueron clasificados con delgadez al tener un índice de masa corporal (IMC) menor a -2DE, debido a que por el tamaño de muestra, no se podían hacer comparaciones con los otros grupos y posiblemente tenían diferencias con los niños que presentaban peso adecuado. Por lo tanto, la muestra completa estuvo constituida por 2,367 individuos que representaron a 15, 884, 836 sujetos, de los cuales 228 contaron con un segundo recordatorio.

### *Recolección y construcción de variables*

#### a. Antropometría

Las mediciones antropométricas se realizaron por personal capacitado y estandarizado según el método de Habicht,<sup>32</sup> que tomaron peso y talla de acuerdo a la técnica de Lohman.<sup>33</sup>

A partir de dichas medidas antropométricas se obtuvo el IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), calculándose el puntaje Z de acuerdo con el patrón de referencia de la OMS de 2007. Se clasificó con sobrepeso u obesidad a los escolares con puntajes Z por arriba de +1DE.<sup>34</sup> Se consideraron válidos los datos de IMC entre -5 y +5 DE.

b. Variables Sociodemográficas

Las variables sociodemográficas como sexo, edad y escolaridad materna se obtuvieron mediante un cuestionario del hogar. Dicho cuestionario contaba con la ficha de identificación geográfica, características sociodemográficas de todos los integrantes del hogar donde se especifica sexo, edad y fecha de nacimiento. La edad para el grupo de estudio se obtuvo mediante la diferencia entre la fecha de la entrevista y la fecha de nacimiento. El país se dividió en cuatro regiones geográficas: norte, centro, Cd. de México (que incluye zona metropolitana) y sur. El tamaño de la localidad se consideró rural si contaba con menos de 2500 habitantes y de otra manera, urbana. La variable de condiciones de bienestar se obtuvo a partir de un Índice construido mediante componentes principales,<sup>35</sup> a partir de variables sobre las condiciones de la vivienda y la posesión de enseres domésticos y otros bienes, tales como el número de aparatos eléctricos en la casa (televisión, radio, videocasetera, teléfono, computadora), el número de habitaciones en el hogar (sin contar baño, cocina ni pasillos), la posesión de refrigerador, estufa de gas y lavadora, y los materiales de construcción en piso y techo.

c. Dieta

Se aplicó un recordatorio de 24 horas a la persona responsable de la alimentación y la preparación de los alimentos, confirmándose con los niños el consumo de los alimentos por interrogatorio cuando la madre (o cuidadora) no estaba presente. El recordatorio se realizó de lunes a domingo y se aplicó por encuestadores capacitados y estandarizados.<sup>36</sup> Para poder realizar ajustes a los datos de consumo diario y poder utilizar éste instrumento para estimar el consumo habitual, se realizó un segundo recordatorio de 24 horas a una submuestra de la población (~10%).

Los valores de energía y nutrimentos se calcularon a partir de tablas de composición de alimentos recopiladas por el Instituto Nacional de Salud Pública.<sup>37</sup> Se calculó posteriormente la DED, obtenida como el consumo total de energía dividida entre los gramos totales consumidos en un día por 100 (kcal/100 gramos). El cálculo de densidad energética se realizó excluyendo todas las bebidas debido a que éstas aumentan la variabilidad de la DED; por otro lado, los alimentos y las bebidas tienen diferentes efectos en la saciedad y el consumo de energía.<sup>38</sup> Se consideró como alimentos a las sopas, caldos, cremas de verdura, cereal con leche, helados y gelatinas. Las aguas frescas, jugos, refrescos, leche y sus diversas preparaciones en forma líquida se consideraron como bebidas y la energía aportada por éstas se empleó como covariable.

*Ajuste por varianza intra-individual*

Se han desarrollado varios procedimientos estadísticos para estimar la distribución del consumo habitual; entre ellos el desarrollado por Nusser y cols.<sup>39</sup> Dicho método consiste en una transformación semiparamétrica de datos de consumo habitual a una distribución aproximadamente normal. Posteriormente se estiman los parámetros de la distribución habitual de consumo utilizando un modelo de errores de medición. Por último se realiza una transformación inversa que regresa los valores a su escala original. De ésta forma, se pueden realizar inferencias adecuadas sobre el consumo habitual. Éste abordaje ha sido desarrollado en el software llamado PC-Side (Software for Intake Distribution Estimation, Iowa State University, 2003).<sup>40</sup> Con el objetivo de cuantificar y excluir del análisis la variación intra-individual y obtener una medición confiable de la distribución del consumo

habitual de la DED, así como otras variables dietéticas (energía total, energía de alimentos, energía de bebidas y gramos de alimentos), se utilizó el programa PC-Side, ajustando por grupo de clasificación de IMC (peso normal o sobrepeso u obesidad), día de la semana y número de entrevista.

### *Identificación de consumos plausibles*

Para determinar los sujetos que tuvieron un consumo plausible, es decir compatible con el mantenimiento de su IMC, se utilizó la fórmula desarrollada por Huang y colaboradores.<sup>41</sup> Dicha fórmula utiliza puntos de corte de  $\pm 1DE$  para el porcentaje de consumo de energía reportada (CER) entre los requerimientos energéticos calculados (REc):

$$\frac{\text{Consumo de energía reportado (CER)}}{\text{Requerimiento energético calculado (REc)}} \times 100$$

En condiciones donde se mantiene un peso estable, el consumo debe ser igual al requerimiento de energía. Para calcular los requerimientos energéticos por sexo se utilizó la ecuación del Instituto de Medicina de Estados Unidos.<sup>31</sup> Dicha ecuación considera un coeficiente de actividad física (AF) que debe definirse conociendo el nivel de actividad física de la población estudiada. A pesar de que no se cuenta con mediciones objetivas de AF en la población de estudio, se cuenta con resultados de una encuesta nacional probabilística de escolares y adolescentes de 10 a 19 años de edad realizada entre 2005 y 2006 (ENSANUT 2006), la cual aplicó una versión abreviada del Cuestionario Internacional de Actividad Física (“International Physical Activity Questionnaire” o IPAQ, por sus siglas en inglés). Los resultados de dicha encuesta clasificaron como inactivos (menos de 4 horas de actividad física moderada o vigorosa (AFMV) a la semana) al 40% y como moderadamente activos (más de 4 y menos de 7 horas de APMV) al 24% de los niños y adolescentes estudiados.<sup>42</sup> La comparación de los resultados de métodos subjetivos (como el IPAQ) y objetivos (como el uso de acelerómetros) de medición de la AF en población mexicana indica una importante sobreestimación de la AF con métodos subjetivos<sup>43</sup>, lo cual sugiere que los resultados de la ENSANUT 2006 sobreestiman la AF habitual. En la misma ENSANUT 2006 se documentó que más de la mitad de los escolares y adolescentes destinan más de 12 horas a la semana frente a pantallas, lo que sitúa a más de la mitad de niños y adolescentes mexicanos como sedentarios. Por estas razones, para el presente estudio se situó el coeficiente de AF en un valor de 1.16, que corresponde a la categoría de actividad baja, una estimación conservadora del gasto de energía atribuible a la AF para evitar una sobreestimación de los requerimientos.

La fórmula para identificar a los sujetos con consumos plausibles considera la variabilidad intra-individual del consumo de energía por el número de días reportados, el error en las ecuaciones del cálculo de requerimiento energético y la variación biológica así como el error de medición del gasto energético total medido por agua doblemente marcada. Los cálculos se realizaron por estratos de sexo y edad y se muestran en la tabla 1. La razón para establecer los grupos de edad de 5 a 8 y de 9 a 11 años es que se ha observado que los niños menores de 8 años tienen mayor dificultad para recordar el consumo de alimentos del día previo, por lo que casi todo el reporte lo realizan los padres. Sin

embargo, conforme aumenta la edad, la capacidad para autoreportar su consumo de manera confiable aumenta.<sup>44</sup>

El punto de corte de  $\pm 1$  DE se calculó con la siguiente fórmula:

$$1 DE = \sqrt{\frac{CV_{CEr}^2}{d} + CV_{REc}^2 + CV_{GET}^2}$$

Donde  $d$  es el número de días de los cuales se tiene el consumo de energía,  $CV_{CEr}$  es el coeficiente de variación del consumo de energía reportado,  $CV_{REc}$  es el coeficiente de variación del requerimiento energético calculado y  $CV_{GET}$ , la variación biológica de día a día del gasto energético total medido por agua doblemente marcada. Un consumo plausible fue considerado si el porcentaje de la razón consumo-requerimiento se encontraba dentro del punto de corte de  $\pm 1$  DE.

Tabla 1. Puntos de corte para consumo de energía plausible calculado como porcentaje del requerimiento de energía.

	$CV_{CEr}$ (%)	$CV_{REc}$ (%)	$CV_{GET}$ (%)	$\pm 1$ DE (%)	Rango plausible (% CEr/REc)
<i>Niños</i>					
5 a 8 años	17.6	12.1	8.2	19	81 a 119
9 a 11 años	16.1	15.8	8.2	21	79 a 121
<i>Niñas</i>					
5 a 8 años	16.0	10.2	8.2	17	83 a 117
9 a 11 años	16.3	11.5	8.2	18	82 a 118

#### *Análisis de datos*

Las características sociodemográficas (sexo, clasificación de acuerdo a su IMC, edad, región, residencia rural o urbana, condiciones de bienestar y escolaridad de la madre) se describieron para la muestra completa, para los sujetos que reportaron consumo plausible y para aquellos que sub- o sobre-reportaron; estos últimos se compararon mediante prueba  $\chi^2$ . Se calculó la prevalencia de peso adecuado y de sobrepeso u obesidad, y se presentan por las características sociodemográficas previamente mencionadas. Las diferencias entre categorías también se compararon con prueba  $\chi^2$ . Igualmente, se calculó y el porcentaje de sujetos que sub- o sobre-reportaron y se comparan por edad, clasificación de IMC y sexo con prueba  $\chi^2$ .

Se obtuvieron estadísticas descriptivas de la distribución de la DED por los dos tipos de ajuste (estimación de la distribución de consumo habitual con el programa PC-Side y por consumo plausible). Se determinó el porcentaje de los escolares mexicanos que cumplen con la recomendación sobre DED del WCRF.

Para estudiar la asociación entre la DED de los niños con peso adecuado contra los que presentaban sobrepeso u obesidad se ajustaron modelos de regresión lineal bivariados y multivariados, con los dos distintos ajustes (ajuste de varianza intra-individual y exclusión de consumos implausibles). La DED se consideró como variable dependiente, y como variable independiente se utilizó la categoría de IMC. En los modelos multivariados se ajustó por sexo, edad, región, residencia rural o urbana, condiciones de bienestar, escolaridad materna y energía proveniente de bebidas. En todos los análisis se consideró el diseño complejo de la encuesta.

Se estableció un valor de  $p$  menor a 0.05 para considerar la asociación estadísticamente significativa. Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATA versión 12.1 utilizando el módulo SVY para muestras complejas (College Station, TX, USA).

#### Consideraciones éticas

La Encuesta Nacional de Nutrición y Salud 2012 fue aprobada por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Todos los participantes adultos firmaron una carta de consentimiento informado previo a la entrevista y los escolares una carta de asentimiento.

#### Resultados

Las características sociodemográficas de la muestra completa, la muestra con consumo plausible y la que tuvo consumo implausible se presentan en la tabla 2. La prevalencia de sobrepeso u obesidad fue mayor ( $p < 0.1$ ) en los escolares que reportaron un consumo plausible (38.01%), comparado con aquellos que reportaron un consumo implausible (30.27%). Se observó una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en edad, siendo menor la proporción de escolares de 5 años y mayor la de 10 años con consumo plausible.

Tabla 2. Características sociodemográficas de escolares mexicanos por inclusión en análisis<sup>1</sup>

	Muestra completa				Consumo plausible con IMC		Consumo implausible con IMC		$p^{\#}$
	Muestra $n=2,367$	Número (miles) $N=15,885$	Expansión		Expansión		Expansión		
			%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%	
<i>Sexo</i>									
Masculino	1,211	8,093	51.0	(48.1, 53.8)	53.7	(49.8, 57.5)	46.6	(42.1, 51.2)	
Femenino	1,156	7,792	49.1	(46.2, 51.9)	46.3	(42.5, 50.2)	53.4	(48.9, 57.9)	



<i>Clasificación por IMC</i>									
Peso Normal	1,568	10,314	64.9	(62.1, 67.7)	62.0	(58.2,65.6)	69.6	(65.2,73.7)	*
Sobrepeso u Obesidad	799	5,571	35.1	(35.1, 37.9)	38.0	(34.4,41.8)	30.4	(26.3,34.8)	*
<i>Edad (años)</i>									
5	310	1,927	12.1	(10.4, 13.9)	9.3	(7.4,11.6)	16.6	(13.6,20.2)	**
6	323	1,988	12.5	(10.4, 14.6)	13.1	(10.3,16.5)	11.6	(9.4,14.2)	
7	382	2,316	14.6	(12.7, 16.5)	12.7	(10.6,15.1)	17.6	(14.4,21.3)	
8	356	2,299	14.5	(12.5, 16.4)	13.8	(11.5,16.5)	15.5	(12.6,19.0)	
9	364	2,262	14.2	(12.1, 16.4)	14.8	(12.5,17.6)	13.3	(10.0,17.5)	
10	308	2,398	15.1	(12.9, 17.3)	18.1	(15.1,21.4)	10.4	(8.0,13.5)	**
11	324	2,696	17.0	(14.6, 19.4)	18.3	(15.3,21.7)	15.0	(11.9,18.6)	
<i>Región</i>									
Norte	506	2,717	17.1	(15.6, 18.6)	16.1	(14.2,18.2)	18.7	(15.9,21.8)	
Centro	866	4,863	30.6	(28.5, 32.7)	30.0	(27.7,33.0)	31.6	(28.0,35.5)	
Cd. México	120	2,808	17.7	(14.6, 20.8)	20.1	(16.5,24.4)	13.8	(10.0,18.7)	
Sur	875	5,496	34.6	(32.3, 36.9)	33.8	(30.7,36.9)	35.9	(32.1,40.0)	
<i>Residencia</i>									
Urbana	1,446	11,299	71.1	(69.1, 73.2)	72.4	(69.5,75.2)	69.1	(65.3,72.6)	
Rural	921	4,585	28.9	(26.8, 30.9)	27.6	(24.8,30.5)	30.9	(27.4,34.7)	
<i>Condiciones de bienestar</i>									
Baja	896	5,454	34.3	(31.4, 37.3)	33.8	(30.0,37.7)	35.3	(31.3,39.4)	
Media	840	5,677	35.7	(32.8, 38.7)	35.1	(31.1,39.4)	36.7	(32.4,41.2)	
Alta	631	4,754	29.9	(26.7, 33.1)	31.1	(26.8,35.8)	28.1	(24.0,32.6)	
<i>Escolaridad de la madre</i>									
Ninguna	114	819	5.2	(3.8, 6.5)	5.8	(4.1,8.0)	4.18	(2.8,6.3)	
Primaria	997	6,646	41.8	(38.7, 45.0)	40.2	(36.2,44.6)	44.5	(39.8,49.4)	
Secundaria terminada	899	5,922	37.3	(34.2, 40.3)	37.5	(33.6,41.6)	37.0	(32.3,41.9)	
Preparatoria o más	357	2,498	15.7	(13.6, 17.9)	16.6	(14.1,19.5)	14.3	(10.8,18.8)	

<sup>1</sup> Ajustado por diseño de la encuesta

# Comparación entre escolares con consumo plausible y con consumo implausible

\*p<0.1, \*\*p<0.05

La tabla 3 presenta la proporción de sujetos por grupo de edad, clasificación por IMC y sexo que reportaron un consumo de energía implausible. Se encontró un mayor sobreraporte en los niños de 5 a 8 años comparado con los de 9 a 11 años (37.9 vs 16.2%), y un mayor subreporte en los niños de 9 a 11 años que en los menores (16.1 vs 6.3%). El subreporte fue mayor en los niños con sobrepeso u obesidad comparado con los de peso normal (19.3 vs 6.2%), mientras que el sobreraporte fue mayor en los de peso normal comparado con los de peso no saludable (35.2 vs 14.2%). Las niñas sobrerreportaron más que los niños (32.8 vs 23.1%). Todas las diferencias mencionadas anteriormente fueron estadísticamente significativas (p<0.05). El 27.9% de la población de estudio fue clasificada con sobreraporte, mientras que el 10.8% fue clasificada con subreporte.

Tabla 3. Porcentaje de escolares con subreporte o sobreporte de consumo de energía por grupo de edad, sexo y clasificación de IMC\*

	Subreporte		Sobreporte		TOTAL	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
<i>Muestra</i>	10.8	(9.2,12.7)	27.9	(25.5,30.4)	38.7	(35.9,41.5)
<i>Grupo de edad</i>						
5 a 8 años	6.3	(4.6,8.5)	37.9	(34.5,41.4)	44.2	(40.7,47.8)
9 a 11 años	16.1	(13.2,19.4)	16.2	(13.0,20.0)	32.3	(28.3,36.5)
<i>Clasificación por IMC</i>						
Peso Normal	6.2	(4.8,8.1)	35.2	(32.0,38.6)	41.5	(38.2,44.8)
Sobrepeso u Obesidad	19.3	(15.7,23.4)	14.2	(11.2,17.9)	33.5	(28.9,38.5)
<i>Sexo</i>						
Masculino	12.2	(9.8,15.2)	23.1	(20.0,26.6)	35.4	(31.6,39.3)
Femenino	9.3	(7.4,11.8)	32.8	(28.9,36.8)	42.1	(38.0,46.3)

n=2,367

\* Ajustado por diseño de la encuesta

Se observó una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de 35.1% (IC 95% 32.3, 37.9) en la población mexicana de escolares, sin tener diferencia entre sexos. Se encontraron diferencias por edad, región, residencia urbana o rural, condiciones de bienestar y escolaridad materna (Tabla 4).

Tabla 4. Prevalencia de sobrepeso u obesidad<sup>1</sup> por características sociodemográficas de escolares mexicanos<sup>2</sup>

	Normal		Sobrepeso u Obesidad	
	%	IC 95%	%	IC 95%
	<i>n= 1,568</i>		<i>n= 799</i>	
	<i>N= 10,314,129</i>		<i>N= 5,570,707</i>	
<i>Total</i>	64.9	(62.1,67.7)	35.1	(32.3,37.9)
<i>Sexo</i>				
Masculino	63.4	(59.0,67.5)	36.6	(32.5,41.0)
Femenino	66.5	(62.5,70.3)	33.5	(29.7,37.5)
<i>Edad (años)</i>				
5 <sup>a</sup>	77.1	(69.0,83.6)	22.9	(16.4,31.0)
6 <sup>b</sup>	73.0	(63.9,80.5)	27.0	(19.5,36.1)
7 <sup>c</sup>	67.6	(60.7,73.8)	32.4	(26.2,39.3)
8 <sup>d</sup>	61.8	(53.8,69.1)	38.3	(30.9,46.2)
9 <sup>e</sup>	63.7	(56.1,70.7)	36.3	(29.3,43.9)
10 <sup>f</sup>	55.4 <sup>ab</sup>	(47.1,63.5)	44.6 <sup>ab</sup>	(36.5,52.9)
11 <sup>g</sup>	60.2 <sup>a</sup>	(52.5,67.4)	39.8 <sup>a</sup>	(32.6,47.5)
<i>Región</i>				
Norte <sup>a</sup>	60.8	(54.8,66.5)	39.2	(33.5,45.2)
Centro <sup>b</sup>	66.0	(61.6,70.1)	34.0	(29.9,38.4)
Cd. México <sup>c</sup>	55.9	(45.8,65.6)	44.1	(34.4,54.2)
Sur <sup>d</sup>	70.6 <sup>c</sup>	(66.4,74.6)	29.4 <sup>c</sup>	(25.5,33.6)
<i>Residencia</i>				
Urbana	60.7	(57.1,64.3)	39.3	(35.8,42.95)

Rural	75.3*	(71.4,78.9)	24.7*	(21.1,28.59)
<i>Condiciones de bienestar</i>				
Baja <sup>a</sup>	73.4	(68.8,77.5)	26.6	(22.5,31.2)
Media <sup>b</sup>	62.9 <sup>a</sup>	(57.9,67.7)	37.1 <sup>a</sup>	(32.3,42.1)
Alta <sup>c</sup>	57.6 <sup>a</sup>	(51.9,63.0)	42.4 <sup>a</sup>	(37.0,48.1)
<i>Escolaridad de la madre</i>				
Ninguna <sup>a</sup>	82.9	(72.5,89.9)	17.1	(10.1,27.5)
Primaria <sup>b</sup>	67.2 <sup>a</sup>	(62.7,71.3)	32.8 <sup>a</sup>	(28.7,37.3)
Secundaria terminada <sup>c</sup>	63.1 <sup>a</sup>	(57.9,68.0)	36.9 <sup>a</sup>	(32.0,42.1)
Preparatoria o más <sup>d</sup>	57.4 <sup>a</sup>	(50.7,63.9)	42.6 <sup>a</sup>	(36.1,49.4)

<sup>1</sup> Definido como IMC>1 DE , utilizando la referencia de OMS 2007

<sup>2</sup> Ajustado por diseño de la encuesta

<sup>a,b,c,d,e,f,g</sup>: Diferencias estadísticamente significativas entre categorías; p<0.05

\*Diferencia estadísticamente significativa entre residencia urbana y rural; p<0.05

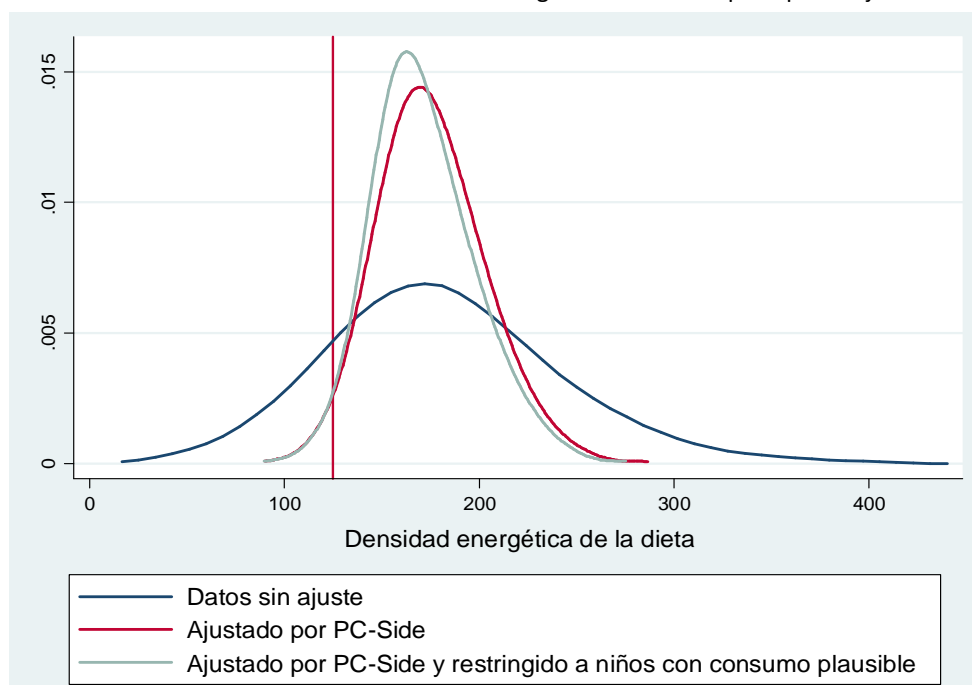
La media y la mediana de la DED de la muestra completa de escolares mexicanos se encontró por arriba de la recomendación hecha por el WCRF de 125 kcal/100g, y únicamente el 2.5% de la población cumplió con dicha recomendación, de acuerdo a los datos ajustados por PC-Side. Si se comparan los datos ajustados por PC-Side con los datos sin ajuste, se puede observar que las medidas de tendencia central no cambian significativamente; sin embargo, las de dispersión, como la desviación estándar y los percentiles de los extremos se modifican. Por lo tanto también la probabilidad de encontrarse por debajo del punto de corte del WCRF (Tabla 5). La gráfica 1 muestra las distribuciones calculadas de acuerdo a los distintos ajustes empleados. Igualmente se puede observar que las medidas de tendencia central entre las tres distribuciones son similares, pero la distribución sin ajuste presenta una mayor dispersión que las otras dos, que mantienen una distribución similar. La línea roja muestra la recomendación propuesta por el WCRF.

Tabla 5. Descripción de la distribución de la densidad energética de la dieta de escolares mexicanos por tipo de ajuste y clasificación de IMC\*

	Media	DE	p5	p25	Mediana	p75	p95	n	Probabilidad por debajo 125 kcal/100 g
Sin ajuste	178.1	56.0	91.9	140.9	171.9	213.5	277.8	2367	15.4
Ajustado por PC-Side	175.4	28.1	132.5	156.0	173.5	193.1	224.6	2367	2.55
Ajustado por PC-Side y restringido a niños con consumo plausible	171.5	26.7	132.2	153.1	168.7	187.9	219.6	1441	2.54

\* Ajustando por diseño de la encuesta

Gráfica 1. Distribución de la densidad energética de la dieta por tipo de ajuste



El consumo habitual de la muestra completa y la muestra con consumo plausible de energía proveniente de alimentos, peso de los alimentos, energía de bebidas y energía total por clasificación de IMC se presentan en la tabla 6. En la muestra completa, el consumo de energía de alimentos y de energía total fue significativamente mayor ( $p < 0.001$ ) en los escolares con sobrepeso u obesidad, comparado con los de peso normal. En el caso de la muestra con consumo plausible, la diferencia entre grupos se observó en todas las variables presentadas ( $p < 0.001$ ).

Tabla 6. Consumo habitual de energía de alimentos, gramos, energía proveniente de bebidas y energía total de escolares mexicanos por clasificación de IMC; datos ajustados por PC-Side\*

	Normal		Sobrepeso u Obesidad		$p^{\#}$
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
<i>Muestra completa (n=2,367)</i>					
Energía alimentos (kcal)	1431.5	(1412.7, 1450.3)	1533	(1506.7, 1559.3)	<0.001
Peso alimentos (g)	896.6	(887.7, 905.5)	911.7	(904.0, 919.5)	0.016
Energía de bebidas (kcal)	312.2	(308.2, 316.2)	318.3	(313.3, 323.2)	0.07
Energía total (kcal)	1751.5	(1729.2, 1773.9)	1845.8	(1822.3, 1869.2)	<0.001
<i>Muestra con consumo plausible (n=1,441)</i>					
Energía alimentos (kcal)	1347	(1322.9, 1371.1)	1530.2	(1499.4, 1561.0)	<0.001
Peso alimentos (g)	866.8	(854.3, 879.3)	910.7	(900.9, 920.5)	<0.001
Energía de bebidas (kcal)	303.5	(298.5, 308.6)	322.1	(315.6, 328.7)	<0.001
Energía total (kcal)	1644.5	(1617.8, 1671.3)	1852.6	(1827.8, 1877.4)	<0.001

\* Ajustado por diseño de la encuesta

$\#$  Comparación entre escolares con peso normal y con sobrepeso u obesidad

La tabla 7 contiene las estimaciones de tres diferentes modelos de regresión con y sin ajuste de la varianza intra-individuo, mediante PC-side. El modelo 1 es el bivariado, utilizando como variable dependiente la DED y como independiente las categorías de IMC. El modelo ajustado por PC-Side es significativo y explica una mayor proporción de la varianza. Lo mismo sucede con el modelo 2, en el que se ajusta por variables sociodemográficas y energía proveniente de bebidas. Finalmente, en el modelo 3, que se restringe a los niños con consumo plausible, el coeficiente es estadísticamente significativo, tanto en el modelo sin ajustar como en el ajustado por PC-Side; sin embargo, el coeficiente es mayor en magnitud y significancia, al igual que la proporción de la varianza explicada al utilizar los datos ajustados por PC-Side. Los niños que presentan sobrepeso u obesidad consumen en promedio una dieta 9.23 kcal/100 g más densa que los niños con peso adecuado, ajustando por energía proveniente de bebidas y por variables sociodemográficas. En este último modelo, se encontró diferencia en la DED entre los niños de la región norte del país, cuya DED fue la más alta de las cuatro regiones ( $p < 0.1$ ). También se encontró diferencia por residencia urbana o rural, observándose mayor DED en áreas urbanas comparadas con áreas rurales y por escolaridad materna, observándose mayor DED en niños cuyas madres contaban con primaria terminada comparados con aquellos cuyas madres fueron clasificadas sin escolaridad ( $p < 0.1$ ). No se observó diferencia por sexo, edad ni nivel socioeconómico (Anexo 1).

Tabla 7. Diferencia de la densidad energética de la dieta (kcal/100 g) entre escolares mexicanos con peso adecuado y con sobrepeso u obesidad utilizando diferentes modelos, poblaciones y ajustes de la varianza intra-individuo\*

	Datos sin ajustar por PC-Side			Datos ajustados por PC-Side		
	Estadísticas predictivas		Estadísticas del modelo	Estadísticas predictivas		Estadísticas del modelo
	Coefficiente $\beta$ (EE)	Valor p	R <sup>2</sup>	Coefficiente $\beta$ (EE)	Valor p	R <sup>2</sup>
Modelo 1	4.86 (3.2)	0.124	0.002	8.18 (1.0)	$p < 0.0001$	0.064
Modelo 2	2.99 (3.1)	0.336	0.066	7.91 (1.0)	$p < 0.0001$	0.114
Modelo 3	7.88 (3.8)	$p < 0.05$	0.078	9.23 (1.2)	$p < 0.0001$	0.137

*Coefficientes obtenidos por modelos de regresión lineal, utilizando como referencia niños con peso adecuado*

*Modelo 1-Bivariado*

*Modelo 2-Muestra completa (n=2367), ajustado por región, residencia urbana o rural, sexo, edad, condiciones de bienestar, escolaridad materna y energía proveniente de bebidas*

*Modelo 3-Datos de consumo plausible (n=1441), ajustado por las mismas variables que el modelo 2*

*EE - Error estándar*

\* Ajustado por diseño de la encuesta

## Discusión

En escolares mexicanos con consumo energético plausible y ajustado por la variabilidad intra-individual de la dieta, se encontró que la dieta de los niños con sobrepeso u obesidad tiene una densidad energética promedio 9.2 kcal/100 g mayor que la de los niños con peso normal. Nuestro estudio suma evidencia sobre la asociación positiva entre la DED y la presencia de peso excesivo en niños. Nuestros resultados son similares a los encontrados en una encuesta representativa de Estados Unidos (NHANES), donde se observó que los niños obesos tenían una dieta de mayor

densidad energética que los niños delgados.<sup>45</sup> Sin embargo, otros estudios transversales no han encontrado asociación.<sup>13</sup>

Hasta donde sabemos, este es el primer estudio a nivel global que analiza la relación entre la presencia de peso excesivo y la densidad energética de la dieta en escolares, mediante la comparación de la distribución de la densidad energética habitual de la dieta en cada grupo de acuerdo a su IMC y la exclusión de niños con consumos no plausibles, para disminuir el efecto de errores aleatorios o sistemáticos en la medición de dieta.

Los hallazgos del presente estudio también muestran que únicamente el 2.5% de los escolares mexicanos consume una dieta que cumple con la recomendación de densidad energética propuesta por el WCRF (125 kcal/100g). La media de la DED de la población con consumo plausible fue de 171 kcal/100g, similar a la de otras poblaciones estudiadas. Por ejemplo, un estudio realizado en niños de 4 a 8 años de edad de Estados Unidos con información de la NHANES de 2001 a 2004, en el que dividieron la DED en cuartiles, mostró valores de la DED de 137 kcal/100g y de 263 kcal/100 en las medianas del cuartil más bajo y más alto, respectivamente.<sup>45</sup> Igualmente, un estudio del Reino Unido encontró que la media de la DED de niños con adiposidad normal de 5 y 7 años fue de 206 kcal/100g.<sup>26</sup> McCaffrey y cols. en un estudio realizado en Irlanda encontraron una media de 196 kcal/100 g en niños de 6 a 8 años.<sup>25</sup>

La diferencia encontrada en el presente estudio (9.2 kcal/100g) entre la DED de los niños de peso adecuado y los de peso excesivo, se traduciría en 84 kcal/día considerando el consumo promedio de 910 g e alimentos (excluyendo bebidas) por día. Lo anterior se reflejaría en el aumento de 1 kg de peso en únicamente 84 días si ese excedente de consumo se mantuviera constante, de acuerdo a la estimación de que 7000 kcal son necesarias para aumentar un kilogramo de peso.<sup>46</sup> Por otro lado, la diferencia observada en el consumo total de energía entre los niños con peso normal y los que presentaron sobrepeso u obesidad fue de 208 kcal/día. Es decir, que la diferencia dada por la DED de 84 kcal representaría el 40% de estas 208 kcal/día en el consumo total de energía, el resto dado por otros atributos de la dieta, como por ejemplo el consumo de bebidas azucaradas.

El carácter representativo de subpoblaciones de la encuesta permitió el estudio de diferencias regionales y por residencia urbana y rural; encontrando una mayor DED en la región norte del país y en las localidades urbanas. Esto posiblemente puede estar asociado con lo encontrado en estudios previos, donde en la región norte y las localidades urbanas se observó un consumo mayor de alimentos industrializados.<sup>47</sup>

Las principales fortalezas del presente estudio se encuentran tanto en los ajustes de varianza intra-individuo como en la restricción de los análisis a los niños con consumos plausibles, como se puede observar en los de la Tabla 7, que muestra cómo ambas estrategias de análisis redundan en mayor asociación entre la DED y el IMC elevado. En ausencia de la aplicación de estas dos estrategias, las diferencias en la DED entre categorías de IMC no fueron significativas. Resulta por tanto de especial importancia considerar este tipo de ajustes cuando se estudian asociaciones con factores dietéticos, ya que el disminuir las imprecisiones en la medición de la dieta permite establecer asociaciones confiables.

La restricción del análisis a niños con consumos plausibles al estudiar la relación entre DED y peso excesivo es importante, ya que el subreporte además de ser diferencial también tiende a ser selectivo. Se ha observado que aquellos que subreportan tienden a informar un menor consumo

de alimentos de alta densidad energética como botanas o pastelitos, ya sea reportando porciones menores a las reales o simplemente no reportando estos alimentos.<sup>48</sup>

La proporción de escolares clasificados con consumo implausible resulta similar al encontrado en otros estudios que utilizaron la misma metodología, donde cerca de la mitad de la población de estudio fue clasificada con sub o sobreporte.<sup>41,48</sup> Al igual que en éstos estudios, la mayoría de los que sobreportaron pertenecían al grupo de edad de 5 a 8 años y presentaban un peso normal y la mayoría de los escolares que subreportaron presentaban sobrepeso u obesidad. Una revisión sistemática de la literatura realizada por Burrows y cols. encontró que la sobreestimación se observó especialmente en aquellos estudios donde los padres reportan el consumo de los niños. Sin embargo, en el presente estudio no contamos con la información precisa sobre la persona que reportó la mayoría de los alimentos en el recordatorio de 24 horas, si el niño o la (el) cuidador(a), ya que en los menores de 8 años, los mayores errores de información podrían estar ocasionados por los padres o cuidadores o por los propios niños menores de 8 años, quienes tienen mayor dificultad para recordar adecuadamente el consumo del día anterior.<sup>44</sup>

Otra fortaleza del estudio es que los datos utilizados provienen de una encuesta nacional con representatividad nacional, estatal y para residentes de áreas urbanas y rurales. Lo anterior confiere validez externa y permite extrapolar los resultados a la población de niños en edad escolar en México. Sin embargo, las comparaciones de niños con y sin consumos plausibles, aunque muestran en general mayores similitudes que diferencias entre dichos grupos, también señalan diferencias estadísticamente significativas en las distribuciones en las categorías de IMC y en ciertas edades, por lo que no podemos afirmar que la muestra restringida a consumos plausibles siga siendo representativa del universo de niños en edad escolar de México. La representatividad regional y por residencia urbana y rural de la encuesta nos permitió también hacer comparaciones entre estos subgrupos, discutido con anterioridad.

Dentro de las limitaciones del presente estudio es que el diseño transversal no permite demostrar causalidad. Aunque la evidencia proveniente de estudios clínicos y prospectivos sugiere que una dieta de alta densidad energética se asocia a una mayor ingesta de energía<sup>17,49</sup> y con un incremento en el tejido adiposo en niños,<sup>8</sup> no se pueden descartar factores confusores en el presente estudio, por ejemplo, que exista causalidad reversa, es decir, que los niños que ya presentan sobrepeso prefieran alimentos de mayor densidad energética que los niños con peso normal.

Otra limitación es que el método para clasificar a los que tienen reportes plausibles debe ser utilizado durante periodos de estabilidad de peso, lo cual desconocemos si se cumple en la población del presente estudio ya que únicamente contamos con una medición de peso. Por otro lado, los niños que reportaron consumo implausible fueron excluidos del análisis final, lo cual elimina a algunos de los niños para los cuales se tiene el mayor interés, es decir, niños con sobrepeso u obesidad. Sin embargo, el encontrar diferencias significativas en la muestra total ajustada por PC-Side sugiere estabilidad de los resultados.

Además, no se contó con una medición de actividad física que resulta necesaria para el cálculo de los requerimientos energéticos utilizados en la fórmula para clasificar a los consumidores plausibles. Por lo que se utilizó el coeficiente de actividad física de “actividad baja”, que corresponde a un estimado conservador del gasto de energía atribuible a la AF y se evita una sobreestimación de los requerimientos. Sin embargo, al obtener la razón de consumo y

requerimientos se puede estar excluyendo de los análisis a sujetos que realizan actividad física moderada o intensa y que en realidad estarían reportando consumos plausibles. Igualmente, la actividad física puede ser una variable confusora importante en la asociación estudiada.

Tampoco se contó con información de maduración sexual para la población de estudio que sirve para realizar el ajuste de los estimados de prevalencia de sobrepeso y obesidad. Generalmente se considera que la adolescencia y los cambios físicos asociados inician a los 13 años, sin embargo, se ha documentado que la edad en la cual las niñas entran en la pubertad ha disminuido, en parte debido al aumento en las reservas de tejido adiposo.<sup>50</sup>

Las dietas de alta densidad energética se asocian a un mayor consumo de energía, grasa y azúcares añadidos; mientras que las de menor densidad energética son significativamente más altas en frutas y verduras,<sup>45</sup> granos enteros y lácteos bajos en grasa, y tienden a tener un mayor contenido de micronutrientes y fibra.<sup>51</sup> Una pregunta pendiente es analizar si los escolares consumen porciones grandes de alimentos de alta densidad energética, si los consumen con alta frecuencia, o ambas y si el consumo de alimentos de baja densidad energética es bajo. Así mismo, es importante identificar aquellos alimentos que tienen la mayor contribución a la alta DED.

Las implicaciones de este estudio en el terreno de la salud pública, sugieren que la política dirigida a combatir el sobrepeso y obesidad infantil debe promover el consumo de una dieta de baja densidad energética, donde se fomente el consumo de frutas y verduras sobre alimentos altamente procesados. Una estrategia en la preparación de alimentos para disminuir la densidad energética puede ser la incorporación de frutas y verduras a las recetas, que además de disminuir significativamente la densidad energética de la preparación tiene un efecto benéfico al aumentar el consumo de estos alimentos.<sup>52</sup> Sabemos que sólo un porcentaje reducido de la población mexicana tiene un consumo adecuado.<sup>53</sup>

Considerando que la evidencia tanto del presente estudio, así como de otros publicados, indican que existe asociación entre la DED y la presencia de peso excesivo o el aumento de adiposidad, es recomendable evaluar si el punto de corte propuesto por el WCRF es factible utilizando recetas tradicionales mexicanas; teniendo en cuenta que únicamente el 2.5% de la población de escolares mexicanos cumple con la recomendación propuesta. Aunque no se cuenta con información de otros estudios que evalúen el apego a la recomendación de poblaciones distintas a la nuestra, podemos sospechar que los porcentajes deben de ser bajos, dado que las medidas de tendencia central mencionadas previamente se encuentran muy por arriba del punto de corte propuesto. Por lo tanto, consideramos importante realizar estudios que evalúen la factibilidad y la validez del punto de corte mencionado.

En conclusión, en una muestra representativa a nivel nacional de escolares en México, los datos indican una asociación positiva entre el consumo de una dieta de alta densidad energética y la presencia de sobrepeso u obesidad. Por lo que es una necesidad de salud pública diseñar e implementar estrategias para disminuir la densidad energética de la dieta.



## Bibliografia

1. Rolls BJ. Plenary Lecture 1: Dietary strategies for the prevention and treatment of obesity. *Proc Nutr Soc* 2010; **69**:70-9.
2. Prentice AM, Poppitt SD. Importance of energy density and macronutrients in the regulation of energy intake. *Int J Obes* 1996; **20 (Suppl. 2)**: S18–23.
3. Prentice AM, Jebb SA. Fast foods, energy density and obesity: a possible mechanistic link. *Obes Rev* 2003; **4**: 187–94.
4. Stubbs RJ, Whybrow S. Energy density, diet composition and palatability: influences on overall food energy intake in humans. *Physiol Behav* 2004; **81**: 755–64.
5. World Health Organization. Joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic disease 2002. WHO Technical Report Series 916. Geneva: World Health Organization; 2003.
6. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Chapter 8: Determinants of weight gain, overweight, and obesity. En: Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.
7. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Chapter 12: Public health goals and personal recommendations. En: Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.
8. Pérez–Escamilla R, Obbagy JE, Altman JM, Essery EV, McGrane MM, Wong YP et al. Dietary energy density and body weight in adults and children: a systematic review. *J Acad Nutr Diet* 2012; **112**: 671–84.
9. Stookey JD. Energy density, energy intake and weight status in a large free-living sample of Chinese adults: exploring the underlying roles of fat, protein, carbohydrate, fiber and water intakes. *Eur J Clin Nutr* 2001; **55**: 349–59.
10. de Castro JM. Dietary energy density is associated with increased intake in free-living humans. *J Nutr* 2004; **134**: 335–41.
11. Martí–Henneberg C, Capdevila F, Arijia V, Pérez S, Cucó G, Vizmanos B, et al. Energy density of the diet, food volume and energy intake by age and sex in a healthy population. *Eur J Clin Nutr* 1999; **53**: 421–8.
12. Crowe TC, Fontaine HL, Gibbons CJ, Cameron–Smith D, Swinburn BA. Energy density of foods and beverages in the Australian food supply: influence of macronutrients and comparison to dietary intake. *Eur J Clin Nutr* 2004; **58**: 1485–91.

13. Kral TV, Stunkard AJ, Berkowitz RI, Stallings VA, Brown DD, Faith MS. Daily food intake in relation to dietary energy density in the free-living environment: a prospective analysis of children born at different risk of obesity. *Am J Clin Nutr* 2007; **86**: 41–7.
14. Rolls BJ, Engell D, Birch LL. Serving portion size influences 5-year-old but not 3-year-old children's food intakes. *J Am Diet Assoc* 2000; **100**: 232–4.
15. Cecil JE, Palmer CN, Wrieden W, Murrie I, Bolton-Smith C, Watt P, et al. Energy intakes of children after preloads: adjustment, not compensation. *Am J Clin Nutr* 2005; **82**: 302–8.
16. Gibson SA. Associations between energy density and macronutrient composition in the diets of pre-school children: sugar vs. starch. *Int J Obes and Relat Metab Disord* 2000; **24**: 633–8.
17. Fisher JO, Liu Y, Birch LL, Rolls BJ. Effects of portion size and energy density on young children's intake at a meal. *Am J Clin Nutr* 2007; **86**: 174–9.
18. Mendoza JA, Drewnowski A, Cheadle A, Christakis DA. Dietary energy density is associated with selected predictors of obesity in U.S. children. *J Nutr* 2006; **136**: 1318–22.
19. Blundell JE, Gillett A. Control of food intake in the obese. *Obes Res* 2001; **9 (Suppl 4)**: S263–70.
20. Ledikwe JH, Blanck HM, Kettel Khan L, et al. Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. *Am J Clin Nutr* 2006; **83**: 1362–8.
21. Mendoza JA, Drewnowski A, Christakis DA. Dietary energy density is associated with obesity and the metabolic syndrome in U.S. adults. *Diabetes Care* 2007; **30**: 974–9.
22. Ello-Martin JA, Roe LS, Ledikwe JH, Beach AM, Rolls BJ. Dietary energy density in the treatment of obesity: a year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am J Clin Nutr* 2007; **85**: 1465–77.
23. Ledikwe JH, Rolls BJ, Smiciklas-Wright H, Mitchell DC, Ard JD, Champagne C, et al. Reductions in dietary energy density are associated with weight loss in overweight and obese participants in the PREMIER trial. *Am J Clin Nutr* 2007; **85**: 1212–21.
24. Kral TV, Berkowitz RI, Stunkard AJ, Stallings VA, Brown DD, Faith MS. Dietary energy density increases during early childhood irrespective of familial predisposition to obesity: results from a prospective cohort study. *Int J Obes (Lond)* 2007; **31**: 1061–7.
25. McCaffrey TA, Rennie KL, Kerr MA, Wallace JM, Hannon-Fletcher MP, Coward WA, et al. Energy density of the diet and change in body fatness from childhood to adolescence: is there a relation? *Am J Clin Nutr* 2008; **87**: 1230–7.

26. Johnson L, Mander AP, Jones LR, Emmett PM, Jebb SA. A prospective analysis of dietary energy density at age 5 and 7 years and fatness at 9 years among UK children. *Int J Obes* 2008; **32**:586–93.
27. Willett W. Overview of Nutritional Epidemiology. En: *Nutritional Epidemiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1998. p. 3–17 .
28. Rivera JA, Irizarry LM, González-de Cossío T. Overview of the nutritional status of the Mexican population in the last two decades. *Salud Publica Mex* 2009; **51 (Suppl 4)**: S645–56
29. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasú L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012
30. Rivera Dommarco, JA, Campos-Nonato I, Barquera-Cervera S, González de Cossío T. Epidemiología de la obesidad en México: magnitud, distribución, tendencias y factores de riesgo. En: Rivera Dommarco JA, Hernández Ávila M, Aguilar Salinas CA, Vadillo Ortega F, Murayama Rendón C. *Obesidad en México. Recomendaciones para una política de Estado*. México, D.F.: Academia Nacional de Medicina; 2012. p. 79–98 .
31. National Research Council. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
32. Habicht, J. Standardization of anthropometric methods in the field. *PAHO Bull* 1974; **76**: 375–84.
33. Lohman T, Roche A, Martorell R. *Anthropometric standarization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988.
34. World Health Organization. *WHO Anthro for personal computers: software for assessing growth and development of the world's children (version 3.2.2)*. Geneva: 2011.
35. Rivera–Dommarco JA, Cuevas L, Shamah–Levy T, Villalpando–Hernández S, Ávila MA, Jiménez A. Estado Nutricio. En: Olaiz–Fernández G, Rivera–Dommarco JA, Shamah–Levy T, Rojas R, Villalpando–Hernández S, Hernández–Avila M, Sepúlveda–Amor J, editores. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006. p. 93–5.
36. Angulo JS, Espinosa J, Gaytán MA, Hernández L, Ramírez I, Rodríguez S. *Manual para la aplicación del cuestionario de dieta de recordatorio de 24 horas*. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2011.
37. Instituto Nacional de Salud Pública. *Bases de datos del valor nutritivo de los alimentos*. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública. México; 2012.

38. Johnson L, Wilks DC, Lindroos AK, Jebb SA. Reflections from a systematic review of dietary energy density and weight gain: is the inclusion of drinks valid? *Obes Rev* 2009; **10**: 681–92.
39. Nusser SM, Carriquiry AL, Dodd KW, Fuller WA. A Semiparametric Transformation Approach to Estimating Usual Daily Intake Distributions. Dietary Assessment Research Series Report 2. Ames: Iowa State University; 1995.
40. Department of Statistics and & Center for Agricultural and Rural Development. A Technical Guide to C–SIDE. Software for Intake Distribution Estimation. Ames: Iowa State University; 1996.
41. Huang TT, Howarth NC, Lin BH, Roberts SB, McCrory MA. Energy intake and meal portions: associations with BMI percentile in U.S. children. *Obes Res* 2004; **12**: 1875–85.
42. Olaiz–Fernández G, Rivera–Dommarco J, Shamah–Levy T, Rojas R, Villalpando–Hernández S, Hernández–Avila M, Sepúlveda–Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006. p. 105–110
43. Salvo D, Torres C, Villa U, Sarmiento O, Rivera J, Pratt M. Sociodemographic correlates of objectively measured physical activity among Mexican adults. (in press, 2013).
44. Burrows TL, Martin RJ, Collins CE. A systematic review of the validity of dietary assessment methods in children when compared with the method of doubly labeled water. *J Am Diet Assoc* 2010; **110**: 1501–10.
45. Vernarelli JA, Mitchell DC, Hartman TJ, Rolls BJ. Dietary energy density is associated with body weight status and vegetable intake in U.S. children. *J Nutr* 2011; **141**: 2204–10.
46. Hall KD. What is the required energy deficit per unit weight loss? *Int J Obes (Lond)* 2008; **32**: 573–6.
47. González–Castell D, González–Cossío T, Barquera S, Rivera JA. Alimentos industrializados en la dieta de los preescolares mexicanos. *Salud Publica Mex* 2007; **49**: 345–56.
48. Ventura AK, Loken E, Mitchell DC, Smiciklas–Wright H, Birch LL. Understanding reporting bias in the dietary recall data of 11–year old girls. *Obesity (Silver Spring)* 2006; **14**: 1073–84.
49. Leahy KE, Birch LL, Rolls BJ. Reducing the energy density of multiple meals decreases the energy intake of preschool–age children. *Am J Clin Nutr* 2008; **88**: 1459–68.
50. Wang Y, Adair L. How does maturity adjustment influence the estimates of overweight prevalence in adolescents from different countries using an international reference? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; **25**: 550–8.
51. Rolls B, Leahy K. Reductions in dietary energy density to moderate children’s energy intake. In: Dube L, Bechera A, Dagher A, Drewnowski A, LeBel J, James P, et al,

editors. Obesity prevention: the role of brain and society on individual behavior. Amsterdam: Elsevier; 2010. p. 543–554.

52. Blatt AD, Roe LS, Rolls BJ. Hidden vegetables: an effective strategy to reduce energy intake and increase vegetable intake in adults. *Am J Clin Nutr* 2011; **93**: 756–63.
53. Ramírez–Silva I, Rivera JA, Ponce X, Hernández–Avila M. Fruit and vegetable intake in the Mexican population: results from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Publica Mex* 2009; **51 Suppl 4**: S574–85.

**Anexo 1.** Diferencia de la densidad energética de la dieta (kcal/100 g) de escolares mexicanos por clasificación de IMC y variables sociodemográficas utilizando diferentes modelos, poblaciones y ajustes de la varianza intra-individuo\*

Modelo Bivariado sin ajustar por PC-Side		Modelo Multivariado sin ajustar por PC-Side		Modelo Multivariado sin ajustar por PC-Side, restringido a niños con consumo plausible		Modelo Bivariado ajustado por PC-Side		Modelo Multivariado ajustado por PC-Side		Modelo Multivariado ajustado por PC-Side, restringido a niños con consumo plausible		
<b>Estadísticas del modelo</b>												
<i>n</i>	2,367	2,367		1,441		2,367		2,367		1,441		
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.002	0.066		0.078		0.064		0.114		0.137		
<b>Estadísticas predictivas</b>												
	Coficiente $\beta$ (EE)	Valor p	Coficiente $\beta$ (EE)	Valor p	Coficiente $\beta$ (EE)	Valor p	Coficiente $\beta$ (EE)	Valor p	Coficiente $\beta$ (EE)	Valor p	Coficiente $\beta$ (EE)	Valor p
<i>Sobrepeso u obesidad</i>	4.86 (3.2)	0.124	2.99 (3.1)	0.336	7.88 (3.8)	0.037	8.18 (1.0)	<0.0001	7.91 (1.0)	<0.0001	9.23 (1.2)	<0.0001
<i>Región centro</i>			-11.89 (3.7)	0.001	-12.87 (4.9)	0.009			-3.01 (1.0)	0.004	-2.84 (1.4)	0.038
<i>Cd. de México</i>			-32.92 (6.2)	<0.0001	-33.82 (8.8)	<0.0001			-8.49 (1.8)	<0.0001	-8.42 (2.5)	0.001
<i>Región Sur</i>			-10.68 (3.6)	0.003	-12.09 (4.6)	0.009			-2.28 (1.0)	0.027	-2.19 (1.3)	0.098
<i>Residencia rural</i>			-12.03 (3.4)	<0.0001	-11.67 (4.1)	0.005			-2.78 (0.9)	0.002	-2.56 (1.2)	0.027
<i>Mujeres</i>			-5.27 (3.2)	0.1	-5.83 (3.9)	0.131			-0.91 (0.9)	0.293	-1.26 (1.1)	0.248
<i>6 años</i>			-11.04 (6.4)	0.083	-12.39 (9.4)	0.188			-3.83 (1.5)	0.011	-3.76 (1.9)	0.046
<i>7 años</i>			0.71 (6.9)	0.918	-3.51 (9.6)	0.714			-0.63 (1.5)	0.683	-1.19 (2.1)	0.563
<i>8 años</i>			-0.99 (7.4)	0.893	4.67 (11.6)	0.687			-1.26 (1.9)	0.497	-0.15 (2.8)	0.957
<i>9 años</i>			3.66 (6.9)	0.594	8.61 (9.6)	0.367			0.69 (1.7)	0.691	1.74 (2.4)	0.46
<i>10 años</i>			-6.63 (6.8)	0.331	3.93 (9.8)	0.688			-2.09 (1.7)	0.22	0.11 (2.1)	0.958
<i>11 años</i>			-7.73 (5.7)	0.175	-2.02 (7.9)	0.799			-2.07 (1.5)	0.164	-0.71 (1.8)	0.699
<i>Condición de bienestar media</i>			8.47 (3.8)	0.026	5.79 (4.3)	0.178			1.73 (1.0)	0.078	1.38 (1.2)	0.263
<i>Condición de bienestar alta</i>			5.71 (5.0)	0.257	1.54 (6.0)	0.799			0.35 (1.2)	0.779	0.14 (1.6)	0.928
<i>Energía bebidas</i>			0.06 (0.04)	0.075	0.01 (0.05)	0.833			0.02 (0.01)	0.087	0 (0.02)	0.968
<i>Escolaridad materna - Primaria</i>			17.68 (8.4)	0.036	16.86 (11.0)	0.127			3.78 (1.8)	0.037	4.14 (2.5)	0.094
<i>Escolaridad materna - Secundaria</i>			18.88 (8.8)	0.032	21.77 (11.6)	0.06			4.17 (2.0)	0.034	3.94 (2.6)	0.131
<i>Escolaridad materna – Preparatoria o más</i>			9.3 (9.3)	0.318	15.16 (12.3)	0.22			2.04 (2.2)	0.344	3.11 (3.0)	0.293

Utilizando como referencia niños con peso adecuado, región norte, residencia urbana, hombres, edad de 5 años, condición de bienestar baja y la categoría madre sin escolaridad.

EE - Error estándar.

\* Ajustado por diseño de la encuesta