

**Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo, A.C.**

EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN COMPOSICIÓN  
CORPORAL A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE DILUCIÓN  
CON DEUTERIO Y ANÁLISIS DE RIESGO  
CARDIOVASCULAR EN NIÑOS SONORENSES

POR:

**ELVIA VIANEY GUERRERO ALCOCER**

TESIS APROBADA POR LA  
DIRECCIÓN DE NUTRICIÓN


COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

HERMOSILLO, SONORA.

DICIEMBRE DE 2011

## APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para revisar la tesis de maestría de Elvia Vianey Guerrero Alcocer, la han encontrado satisfactoria y recomiendan sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de maestría en ciencias.



---

Dra. Martha Nydia Ballesteros V.



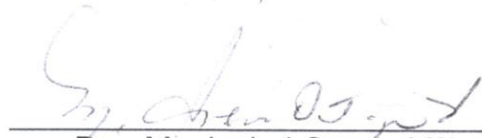
---

Dra. Graciela Caire Juvera



---

M.C. Ma. Isabel Grijalva Haro



---

Dra. Ma. Isabel Ortega Vélez

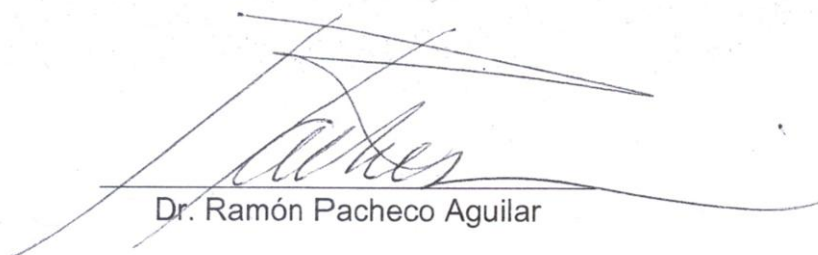
---

Dr. Mauro E. Valencia Juillerat

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permiten citas breves del material contenido en este trabajo sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente. Se podrá solicitar permiso para consultas más amplias en la reproducción íntegra del documento para fines académicos, a la Dirección de Nutrición del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD).

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar créditos al CIAD, A.C., previa aprobación escrita del manuscrito en cuestión, del director (a) de la tesis.



Dr. Ramón Pacheco Aguilar  
Director General

## **AGRADECIMIENTOS**

Por el apoyo económico brindado para este estudio se agradece al Sistema Integral de la Familia en el Estado de Sonora (DIF-Sonora) y a la Agencia Internacional de Energía Atómica.

Al programa de becas para estudios de posgrado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo financiero otorgado.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD A.C.) por contribuir en mi formación personal.

A la Dra. Martha Nydia Ballesteros por aceptarme para realizar mi tesis de maestría bajo su dirección, por su apoyo y confianza depositada en mi y por permitirme trabajar en su laboratorio, muchas gracias.

A los miembros del comité de tesis, a la Dra. Graciela Caire Juvera, Dra. María Isabel Ortega Vélez, M.C. María Isabel Grijalva Haro y Dr. Mauro E. Valencia Juillerat, que a través de sus consejos y correcciones, enriquecieron el presente trabajo.

A la M.C. Alma Robles Sardín por todo el conocimiento, el apoyo, la amistad y la confianza que depositó en mi, muchas gracias Maxi.

A la Q.B. Elizabeth Artalejo, Q.B. Amparo Nieblas, M.C. José Antonio Ponce y Q.B. Javier Vaca, por su amistad y la ayuda brindada en este trabajo.

A mis amigas y compañeras de trabajo L.N. Melissa Amaya Díaz y Q.B. Karla Fabiola García Verdugo, con quienes compartí muchas horas de estrés y cansancio, pero también de muchas risas y alegrías.

A mis roomies y a quienes quiero con todo el corazón: Olga, Karina, Anita, Melissa y Montse, quienes fueron parte de mis locuras. Gracias por aguantarme un buen rato. Me llevo muy buenos recuerdos, enseñanzas y consejos de cada una.

A Karina, quien me enseñó lo que es ser ñoña de verdad. Gracias por brindarme siempre tu apoyo, por todo el tiempo compartido, las noches de desvelo, de espantos, de canto y de risas interminables.

A Melissa por tolerar mis altibajos y por saber escucharme. Gracias por tu amistad.

A Carlos, con quien compartí muchas pláticas y mucho café. Gracias por todo chamaco.

A todas mis compañeras y amigas del CIAD, Lili, Gaby, Erika, Came, Gemma, Gagu, etc., quienes me hicieron pasar una bonita estancia no sólo en el CIAD sino también en Hermosillo. Gracias por compartir momentos inolvidables durante estos años.

A toda la comunidad “ciadeña”, docentes, administrativos, etc., mil gracias.

A mis profesores de licenciatura, en especial a mi amigo y mentor José Alberto Rivera Márquez, que siempre me ha alentado a seguir adelante.

A mis papás y a mis hermanos Tania y Marco quienes siempre me dan consejos (aunque el 90% de las veces nunca les hago caso), me escuchan y apoyan en todo.

Por último agradezco de manera especial a los niños, a las madres y padres de familia que participaron en el estudio, ya que sin ellos no hubiera sido posible el presente trabajo.

## **DEDICATORIA**

A mi mamá por acompañarme en cada segundo de mi vida. Por tu amor incondicional, por todo el apoyo que me has brindado en las buenas y en las malas. Porque siempre me impulsas a ser mejor cada día. Por tu ejemplo de mujer trabajadora y madre ejemplar. Por ser el motorcito de mi vida. Gracias por todo.

Te amo ma.

## ÍNDICE

LISTA DE TABLAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES.....	4
Sobrepeso y Obesidad Infantil en México .....	4
Composición Corporal.....	6
Método de Dilución con Deuterio .....	8
Dieta Habitual.....	10
Programa de Desayunos Escolares (PDE) .....	13
BIBLIOGRAFÍA.....	16
HIPÓTESIS.....	21
OBJETIVOS.....	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
CAPÍTULO I: EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN TAMAÑO Y COMPOSICIÓN CORPORAL A TRAVÉS DEL USO DEL MÉTODO DE DILUCIÓN CON DEUTERIO EN NIÑOS SONORENSES.....	22
RESUMEN.....	23
INTRODUCCIÓN.....	24
SUJETOS Y MÉTODOS .....	25
Población de Estudio.....	25
Diseño del estudio.....	25
Tamaño de muestra.....	26
Criterios de exclusión .....	27

Estudios Realizados.....	27
Indicadores antropométricos.....	27
Evaluación de la composición corporal.....	28
Preparación de las dosis.....	28
Dosificación.....	29
Análisis de muestras.....	29
Análisis Estadístico.....	30
RESULTADOS.....	31
DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIÓN.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL CONSUMO DEL DESAYUNO ESCOLAR Y SU ASOCIACIÓN CON RIESGO CARDIOVASCULAR EN NIÑOS SONORENSES.....	52
RESUMEN.....	53
INTRODUCCIÓN.....	54
SUJETOS Y MÉTODOS.....	56
Estudios Realizados.....	56
Evaluación de la dieta.....	56
Evaluación de la actividad física.....	57
Biomarcadores metabólicos.....	57
Muestras de sangre.....	57
Lípidos plasmáticos.....	58
Análisis Estadístico.....	58



RESULTADOS.....	59
Evaluación Antropométrica y de Composición Corporal .....	59
Evaluación Dietética .....	60
Actividad Física .....	65
Biomarcadores Metabólicos .....	66
DISCUSIÓN .....	73
CONCLUSIONES .....	79
LIMITACIONES.....	80
FORTALEZA.....	80
RECOMENDACIONES .....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82

## LISTA DE TABLAS

### Antecedentes

**Tabla 1.** Hidratación de la masa libre de grasa (% MLG) en niños y púberes... 10

**Tabla 2.** Composición química de alimentos y porcentaje de adecuación de los menús del Programa de Desayunos Escolares en Sonora, 2000<sup>1</sup> ..... 15

**Tabla 3.** Composición química de alimentos y porcentaje de adecuación de los menús del Programa de Desayunos Escolares en Sonora, 2009..... 12

### Capítulo I

**Tabla 1.** Características generales de tamaño corporal al inicio del estudio .... 32

**Tabla 2.** Características de composición corporal al inicio del estudio entre el grupo de referencia y el grupo del PDE ..... 37

**Tabla 3.** Análisis de tamaño y composición corporal en un grupo de niños sonorenses ..... 39

**Tabla 4.** Distribución del porcentaje de grasa corporal de acuerdo a las categorías del IMC para la edad por sexo ..... 42

**Tabla 5.** Porcentaje de sujetos con un contenido (%) elevado de grasa, de acuerdo a diferentes clasificaciones ..... 42

### Capítulo II

**Tabla 1.** Características generales de tamaño corporal de niños sonorenses al inicio y final del estudio ..... 59

**Tabla 2.** Consumo de nutrimentos de los niños del grupo de referencia y del PDE, ciclo escolar 2010-2011 ..... 62

**Tabla 3.** Distintos tipos de alimentos que conforman la dieta, su frecuencia y promedio de consumo ..... 64

<b>Tabla 4.</b> Nivel de actividad física de los niños del grupo de referencia y los niños del grupo del PDE .....	65
<b>Tabla 5.</b> Valores séricos del perfil lipídico considerados de riesgo metabólico, en niños menores de 9 años de edad, de acuerdo al Programa Nacional de Educación en Colesterol (NCEP, 1991).....	67
<b>Tabla 6.</b> Valores séricos del perfil de lípidos de los niñas del grupo de referencia (n=7) y el grupo del PDE (n=16), al inicio y final del estudio.....	68
<b>Tabla 7.</b> Valores séricos del perfil de lípidos de los niños del grupo de referencia (n= 10) y el grupo del PDE (n=13), al inicio y final del estudio.....	70

## LISTA DE FIGURAS

### Antecedentes

<b>Figura. 1.</b> Estimación del ACT por dilución con deuterio, tomado de AIEA (2010). .....	9
--	---

### Capítulo I

#### **Figura 1.**

a) Puntaje z T/E al inicio y final del estudio de la evaluación de cambios en composición corporal durante el periodo escolar de niños del PDE en comparación con el grupo de referencia. ....	33
b) Porcentaje de baja T/E ( $z < -2$ ) en escolares del PDE y el grupo de referencia. ....	33

#### **Figura 2**

a) Puntaje z P/E al inicio y final del estudio de la evaluación de cambios en composición corporal durante el periodo escolar de niños del PDE en comparación con el grupo de referencia. ....	35
b) Porcentaje de desnutrición de acuerdo al IMC para la edad en escolares del PDE y el grupo de referencia. ....	35

<b>Figura 3.</b> Cambios en el porcentaje de sobrepeso y obesidad en el grupo de referencia y PDE, al inicio y al final (9 meses) .....	36
---	----

<b>Figura 4.</b> Cambios en el porcentaje de masa grasa determinada por el método de dilución con deuterio, al inicio y final del periodo escolar en ambos grupos. ....	40
---	----

<b>Figura. 5.</b> Correlación del porcentaje de masa grasa (en $\log_{10}$ ) entre diferentes indicadores antropométricos. ....	43
---	----

### Capítulo II

<b>Figura 1.</b> Relación entre el porcentaje de masa grasa* y la actividad física. ...	66
---	----

**Figura 2.** Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular al inicio y al final del estudio. .... 71

**Figura 3.** Asociación entre los niveles de triglicéridos sanguíneos\* e ingestión energética. .... 72

## RESUMEN

**Antecedentes:** En México la obesidad constituye un serio problema de salud pública y contribuye a la aparición de enfermedades crónico-degenerativas. Se ha sugerido que los desayunos escolares repartidos por el DIF pueden ser uno de los factores que contribuyen a esta epidemia. **Objetivo:** Determinar la influencia de los desayunos escolares sobre los cambios en la masa grasa, y factores de riesgo cardiovascular en niños beneficiados por el programa DIF del estado de Sonora. **Sujetos y Métodos:** El estudio realizado fue longitudinal prospectivo con dos grupos de estudio: de referencia y programa de desayunos escolares (PDE). Se midieron cambios en composición corporal durante el período escolar a través de mediciones antropométricas como peso, talla y pliegues cutáneos. El porcentaje de grasa se determinó por medio de la técnica de dilución con deuterio. La dieta se evaluó por el método de recordatorio de 24hrs y la actividad física por medio de registro de actividades. Se analizó el perfil de lípidos sanguíneos por métodos enzimáticos colorimétricos. **Resultados.** Ambos grupos de estudio tuvieron un aumento en el contenido de masa grasa corporal con respecto al inicio del período escolar ( $p < 0.01$ ), sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos. La dieta de los niños resultó ser elevada en energía, carbohidratos simples, grasa saturada y grasa trans. La actividad física desarrollada clasificó como ligera. Al análisis clínico determinó la presencia de hipertrigliceridemia en ambos grupos y sexos, asociándose con el consumo de energía ( $r = 0.55$ ;  $p = 0.01$ ). La proporción de niveles altos de LDL-c fue mayor en las niñas ( $p = 0.01$ ) al final del estudio. **Conclusiones:** El consumo de los desayunos escolares no contribuye al aumento de masa grasa en los niños del PDE, asimismo no causa cambios en los patrones dietéticos. Debido al tamaño de muestra final no se pudo determinar si los desayunos escolares eran un factor de riesgo cardiovascular.

## INTRODUCCIÓN

La alimentación es un factor clave para el crecimiento y desarrollo normal del niño. El desayuno es la primera comida importante del día y su consumo tiene una influencia positiva sobre el rendimiento escolar (Morales y cols., 2008). Los programas de desayunos escolares (PDE) implementados en diversos países generalmente tienen como propósitos disminuir la deserción escolar, mejorar la alimentación y el estado nutricional de los escolares. Sin embargo, pocos de estos objetivos son evaluados.

El PDE tiene como principal acción proporcionar un conjunto de alimentos, los cuales pueden afectar los hábitos alimentarios y el estado nutricional de sus beneficiarios. La polarización epidemiológica y nutricional que vive México, caracterizada por una disminución lenta de la desnutrición y una incidencia alta de sobrepeso y obesidad en los escolares, complica la implementación del PDE.

En el estado de Sonora, se distribuyen 161,790 desayunos escolares a alumnos pertenecientes a zonas rurales y zonas urbano marginadas. Evaluaciones anteriores de los desayunos escolares repartidos por el DIF-Sonora, no observaron efectos negativos en el estado nutricional de los niños en indicadores tales como vitamina A, hierro, e indicadores antropométricos y de composición corporal (González-Valencia, 2005; Grijalva y cols., 2000; Ramírez y cols., 2005)

El presente trabajo tuvo como finalidad determinar si los desayunos escolares proporcionados por el DIF Sonora son promotores del aumento de masa grasa en los niños beneficiados por el programa. Para ello se propuso la medición de los cambios en el porcentaje de grasa a través de la utilización de una técnica isotópica de dilución con deuterio. Además se evaluó el efecto de la ingestión del desayuno escolar sobre algunos marcadores de riesgo cardiovascular.

El trabajo realizado se presenta en dos capítulos, cuyos títulos son los siguientes:

1. Evaluación de cambios en tamaño y composición corporal a través del uso del método de dilución con deuterio en niños sonorenses.
2. Evaluación del consumo del desayuno escolar y su asociación con riesgo cardiovascular en niños sonorenses.



## ANTECEDENTES

### Sobrepeso y Obesidad Infantil en México

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2006) la obesidad se define como un exceso de grasa corporal y se presenta cuando la ingestión calórica es mayor que el gasto energético. La etiología de esta enfermedad es multifactorial. Los factores genéticos influyen en la susceptibilidad de las personas a presentar sobrepeso u obesidad en un entorno propicio; sin embargo, los factores fisiológicos, culturales, sociales, económicos y psicológicos juegan un papel primordial en su aparición, así como en su persistencia (Procter, 2007).

A nivel global existen cerca de 1700 millones de adultos que padecen sobrepeso y 321 millones de adultos que padecen obesidad (WHO, 2006). Al igual que en el resto del mundo, en México la prevalencia de sobrepeso y obesidad ha aumentado de manera muy preocupante considerándose un serio problema de salud pública. En seis años la prevalencia de sobrepeso en conjunto con la obesidad en población adulta aumentó de 64.2% a 71.9% para el sexo femenino, mientras que para los hombres ésta pasó de 59.5% a 66.7% (Olaiz-Fernández y cols., 2000; Olaiz-Fernández y cols., 2006). Los estudios científicos hacen notar que el sobrepeso y la obesidad en la etapa infantil se asocian a la presencia de obesidad en la etapa adulta (Raghuveer, 2010).

Las encuestas nacionales de nutrición llevadas a cabo en México marcan un aumento en la obesidad a nivel nacional en la población infantil de 5 a 11 años. De 1998 a 2006 la obesidad pasó de 18.6% a 26%, lo que representa un 40% de aumento en la prevalencia (Rivera-Dommarco y cols., 2001; Olaiz-Fernández y cols., 2006). Particularmente para el estado de Sonora, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en el mismo grupo etario, se ubicó cerca

del 31%, con prevalencias mayores en las niñas (34.9%) que en los niños (27.1%) (Olaiz-Fernández y cols., 2006). Estadísticas más recientes realizadas en el 2008, por la Encuesta Nacional de Salud en Escolares (Cuevas-Nasu y cols., 2010) revelan que las cifras de sobrepeso más obesidad en niños de escuelas públicas de Sonora, fueron de 37.8% para niños, mientras que para las niñas fueron de 37%.

La obesidad en sí misma es una enfermedad y un factor de riesgo para desarrollar enfermedades crónico-degenerativas tales como dislipidemias, diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares (Ramos y cols., 2003). Este deterioro de la salud se asocia con una menor calidad de vida y con un mayor riesgo de mortalidad a edades más tempranas de la vida (Raghuveer, 2010). A nivel mundial el 44% de la diabetes y el 23% de las cardiopatías isquémicas que se presentan son atribuibles al sobrepeso y la obesidad (OMS, 2011).

En México la diabetes mellitus tipo 2, las enfermedades isquémicas del corazón y las enfermedades cerebrovasculares son las principales causas de muerte a nivel nacional (SINAIS, 2008). La prevalencia elevada de enfermedades no transmisibles representa una mayor carga económica tanto para el estado, como para las familias. Con relación a los costos por atención médica de las enfermedades atribuibles a la obesidad, en el año 2008 éstos fueron de 42, 246 millones de pesos y se estima que para el 2017 esta cifra aumente a 77, 909 millones (Hernández Ávila y cols., 2011).

Por lo que es de particular relevancia identificar los factores de riesgo que conllevan a la presencia y persistencia de la obesidad en edades tempranas de la vida, tanto para prevenir su aparición como para evitar complicaciones (Nagel y cols., 2008; Raghuveer, 2010).

En el estudio del corazón de Bogalusa (Freedman y cols., 2001) se encontró una fuerte asociación entre un IMC alto en niños y su continuación en

la edad adulta, así como con el desarrollo de hipertensión, dislipidemia y diabetes mellitus tipo II. Asimismo, Caballero y cols. (2008), realizaron un estudio en el que observaron que los niños que presentaban sobrepeso y obesidad tenían una presión arterial más alta, resistencia a la insulina y niveles elevados de triglicéridos en plasma. En el mismo contexto, otras investigaciones realizadas en niños de 5 años de edad han encontrado anomalías vasculares tales como el engrosamiento y disminución en la elasticidad de las paredes arteriales (Geerts y cols., 2011). Un estudio llevado a cabo en el Hospital Infantil de México “Federico Gómez” (García-Morales, 2006) en niños con sobrepeso y obesidad, de 4 a 8 años de edad, determinó que el 16% presentaban hipertensión y 50% de ellos presentaba síndrome metabólico.

Un aspecto muy importante desde el punto de vista de salud, es que la mayoría de los factores de riesgo que afectan a los niños, pueden controlarse en esta etapa de la vida, lo que reducirá el riesgo cardiovascular más adelante.

### Composición Corporal

El IMC es un indicador ampliamente utilizado en los estudios epidemiológicos por la facilidad que representa su medición, y porque se relaciona con la grasa corporal y la morbi-mortalidad subsecuente (Freedman y cols., 2005). Un IMC alto presenta relación con factores de riesgo cardiovascular tales como dislipidemias, hipertensión, resistencia a la insulina, entre otros (Falaschetti y cols., 2010).

La interpretación del IMC en la etapa pediátrica resulta ser más complicada debido a los cambios que existen en peso, talla y composición corporal durante el crecimiento. Varios estudios que han examinado la composición corporal en niños en etapa escolar han encontrado que la correlación entre la masa corporal grasa y el índice de masa corporal varía mucho, así los coeficientes de correlación de Pearson reportados van desde

0.50 hasta 0.97 (Dietz y Bellizzi, 1999; Freedman y cols., 2005; Hall y Cole, 2006); además, estos coeficientes de correlación varían de acuerdo al método usado para medir la composición corporal (Dietz y Bellizzi, 1999).

La composición corporal se evalúa a través de la división del cuerpo en 4 o 2 compartimentos. El modelo de 4 compartimentos divide el cuerpo en la grasa corporal, el agua corporal total, el contenido mineral óseo y el residual (proteína, glucógeno y minerales no óseos). El modelo de 4 compartimentos es utilizado como el estándar de oro en la composición corporal y a partir de éste se estandariza el modelo de 2 compartimentos, el cual divide al organismo en la masa libre de grasa (MLG) y la masa grasa (MG) (Ramírez y Valencia, 2008).

Actualmente, se dispone de varios métodos indirectos que se han utilizado como métodos de referencia para la medición de la composición corporal como son la absorciometría dual de rayos X (DXA), con la cual se obtiene el contenido mineral óseo, la pletismografía por desplazamiento de aire (BOD POD) que mide la densidad corporal, y el método de dilución con deuterio que determina el agua corporal total (ACT). El error en la medición individual de la masa grasa corporal a través del uso de estas técnicas varía entre 7 y 13% (Ramírez y Valencia, 2008). A partir de los métodos anteriormente mencionados, se pueden validar otras técnicas de composición corporal, a través de la generación de ecuaciones de predicción de la MLG y la MG, tales como la bioimpedancia eléctrica (BIE) y los pliegues cutáneos (PC).

Para elegir el método más adecuado para medir la composición corporal, se tienen que considerar los costos, el diseño del estudio y la población a la que irá dirigido. Las distintas técnicas no siempre son aplicables a toda la población, porque puede existir variabilidad en los componentes corporales asociados a la edad, sexo, etnicidad, actividad física, estado nutricional y fisiológico, entre otros (Kenneth, 2000). En la población pediátrica durante el proceso de crecimiento y desarrollo se producen una serie de cambios en la composición

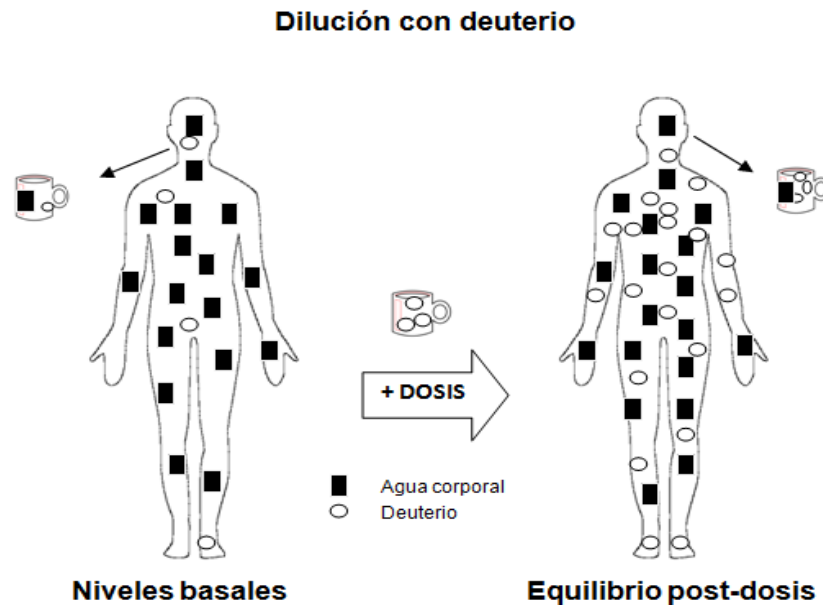
corporal, principalmente en el almacenamiento y distribución del tejido muscular, óseo y adiposo.

En estudios longitudinales la utilización del BOD POD ha demostrado ser el método más preciso para estimar los cambios en la masa grasa corporal. Sin embargo, al igual que el DEXA resulta difícil su utilización en estudios de campo debido a las dimensiones del equipo. Por otra parte, el método de dilución con óxido de deuterio ( $D_2O$ ) es fácil de usar en campo y es aplicable a niños desde el nacimiento (AIEA, 2010).

#### Método de Dilución con Deuterio

El supuesto de esta técnica es que el cuerpo humano en la edad adulta está compuesto de 73.2% de agua, la cual se encuentra únicamente en la masa libre de grasa, mientras que la masa grasa es anhidra. A partir del principio de dilución, se mide el agua corporal total (ACT) utilizando isótopos estables como trazadores, el más frecuente por su accesibilidad es el óxido de deuterio ( $D_2O$ ). Este se suministra en forma oral, enriqueciendo la concentración natural del cuerpo, que es aproximadamente de 150 mg/kg. Posteriormente se espera un tiempo de equilibrio, en donde el  $D_2O$  se mezcla con el compartimento acuoso antes de empezar a perderse en función del tiempo. La cuantificación del deuterio se hace a partir de la obtención de una muestra de fluido biológico como saliva, orina o sangre. Bajo circunstancias normales y si es saliva la muestra biológica a utilizar, el tiempo de equilibrio en niños y adultos es de 3 a 5 horas (Figura 1). En ciertas patologías y en ancianos los tiempos de equilibrios pueden ser más largos. En población pediátrica la toma de muestras de saliva son menos invasivas y éstas pueden analizarse por espectrometría de masas de relación isotópica de flujo continuo (IRMS) o por espectrometría de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

La concentración de deuterio ( $H^2$ ) en muestras de saliva al ser analizadas a partir del FTIR es el enriquecimiento real, ya que el contenido de  $H^2$  de manera natural se resta automáticamente durante la medición.



**Figura. 1.** Estimación del ACT por dilución con deuterio, tomado de AIEA (2010).

El espacio en el que se diluye el óxido de deuterio es 4.1% mayor que el ACT, por lo que su cálculo debe ser corregido por este porcentaje. En población adulta la hidratación de la MLG es de 73.2%. Sin embargo, en el recién nacido la hidratación de la MLG es de 80% y conforme los niños crecen, el factor de hidratación va cambiando. La tabla 1, muestra los diferentes niveles de hidratación de la MLG desde el nacimiento hasta la edad adulta (AIEA, 2010).

**Tabla 1.** Hidratación de la masa libre de grasa (% MLG) en niños y púberes

<b>Edad (años)</b>	<b>Niños</b>	<b>Niñas</b>
1	79.0	78.8
1-2	78.6	78.5
3-4	77.8	78.3
5-6	77.0	78.0
7-8	76.8	77.6
9-10	76.2	77.0
11-12	75.4	76.6
13-14	74.7	75.5
15-16	74.2	75.0
17-20	73.8	74.5

#### Dieta Habitual

El estado nutricional de una población o de un individuo se ve afectado principalmente por la dieta habitual. El objetivo de analizar los patrones dietéticos de una población es obtener información sobre los alimentos que se consumen, los cambios a través del tiempo, así como su relación con la salud-enfermedad. Las deficiencias o excesos dietarios pueden ser una base para la implementación de programas de intervención nutricional.

La composición de la dieta varía mucho entre regiones, así como entre poblaciones, además de que presenta cambios lentos en el tiempo. En las dos últimas décadas, la mayoría de los países latinoamericanos han descrito transformaciones importantes en los patrones de alimentación y de actividad física. Este fenómeno llamado “transición nutricional”, incluye un aumento en el consumo de alimentos con alto contenido de grasa, harinas refinadas, azúcares simples y alimentos de origen animal y la disminución en el consumo de alimentos como frutas, verduras y cereales de grano entero (Popkin, 1993; Barria y Amigo, 2006).

Además de los cambios anteriormente descritos, también se ha observado que ahora se tiene un mayor consumo de alimentos fuera del hogar, así como un mayor número de comidas al día y un aumento en el tamaño de las porciones de alimentos. En general, se ha observado una disminución en la calidad de la dieta aparejada con una disminución en la realización de actividad física (Popkin, 1993).

En México, en el transcurso del tiempo, la disponibilidad de alimentos por habitante ha aumentado. Los informes indican que de 1961 al 2001 el consumo de cereales pasó de 158 a 176 kg/habitante/año, el consumo de aceites vegetales pasó de 5.8 a 9.5 kg/habitante/año, la disponibilidad de productos cárnicos y lácteos también creció de 28.9 a 60.5 kg/hab/año y de 59.4 a 111.5 kg/hab/año, respectivamente (Ortiz–Hernández, 2006). Asimismo, la ingestión calórica por habitante aumentó de 2407 a 3139 kcal/hab/día (Ortiz–Hernández, 2006).

También se han registrado cambios importantes en la adquisición de alimentos. De 1984 a 1998 se observó que el gasto monetario para la compra de frutas y verduras disminuyó 29.3%, mientras que el gasto en bebidas azucaradas aumentó en 37.2%. De igual manera, la compra de harinas refinadas ascendió un 6.3% (Rivera y cols., 2002).

En el Estado de Sonora, un estudio llevado a cabo en 1998 a nivel estatal y en donde se incluyeron los diferentes grupos de edad (excepto embarazadas y lactantes) determinó que los alimentos de mayor consumo fueron el frijol, la carne, el huevo, la tortilla de maíz y la leche (Valencia y cols., 1998). El 36% de las calorías totales fue aportado por las grasas, representando un valor superior a las recomendaciones nacionales de una dieta adecuada (Aguilar-Salinas y Kaufer-Horwitz, 2008). Además el consumo de colesterol se encontró aproximadamente 17% por encima de lo recomendado (Valencia y cols., 1998). Diez años después, un estudio similar realizado también en todo el estado y en personas de distintas edades reportó que dentro



de los 10 alimentos más consumidos se encuentran la carne, el frijol, el aceite, la tortilla y los refrescos, mientras que sólo tres frutas (plátano, manzana y naranja) y dos verduras (lechuga y tomate) estuvieron dentro de los 10 alimentos más consumidos (González, 2008).

Este mismo patrón dietético se ha observado en estudios llevados a cabo en población escolar, observándose un bajo consumo de frutas y verduras, además de un elevado consumo generalizado de frituras y bebidas azucaradas. Un estudio llevado a cabo en Chile en niños asistentes a escuelas públicas demostró un bajo consumo de productos lácteos, verduras, frutas y pescado y un alto consumo de productos industrializados, ricos en grasas, azúcar y sal (Bustos y cols., 2010).

De igual manera, la Encuesta Nacional de Salud en Escolares (Shamah-Levy, 2008) reportó que dentro de los 10 alimentos más consumidos por los niños de nivel primaria se encuentran la tortilla, el agua natural, el frijol y los refrescos, mientras que sólo el 20% de los escolares consumía frutas y verduras. Las fuentes de proteína animal más importantes para este grupo etario fueron el pollo y el huevo. Además se documentó que durante la jornada escolar (4.5 horas en promedio) los niños consumen aproximadamente 560 kcal, es decir cerca del 31% del requerimiento energético diario. En esta misma encuesta se observó que durante la permanencia de los niños en la escuela, el 48.8% ingiere bebidas edulcoradas, un 30% consume frituras, 35% consume dulces mientras que sólo el 8.2% consume frutas dentro de la escuela.

En el estado de Sonora la dieta de los niños no difiere mucho de los patrones observados a nivel nacional. Islava y Martínez (2007), observaron que los alimentos más consumidos por escolares de 5 a 11 años de edad fueron el frijol, los jugos industrializados, los refrescos y la tortilla de harina y sólo el 26.7% reportó haber consumido fruta. Otro estudio descriptivo llevado a cabo en Álamos, Sonora, encontró que dentro de los alimentos más consumidos por

niños de 8 a 14 años de edad estuvieron la tortilla de trigo y maíz, el refresco y la leche (Rentería-Mexía y cols., 2010).

De acuerdo con estudios epidemiológicos, una dieta con un alto consumo de carnes rojas, cereales refinados y azúcares, así como un consumo pobre de frutas y verduras, está asociada con la presencia de los componentes del síndrome metabólico como hipertensión arterial, hipercolesterolemia y resistencia a la insulina en adultos (Baxter y cols., 2006; Ambrosini y cols., 2009).

En niños México-Americanos de 8-14 años con sobrepeso y obesidad se observó que las dietas con alto contenido de colesterol, se asociaban a la presencia de presión arterial sistólica alta, ( $r= 0.22$ ;  $p=0.022$ ) y por el contrario el consumo de fibra total tuvo una relación inversa, aunque marginal, con la circunferencia de cintura ( $\beta= 0.060$ ;  $p= 0.071$ ) (Ventura y cols., 2008). También el consumo excesivo de azúcares simples, contenidos por ejemplo en los refrescos y jugos industrializados, se encuentra relacionado con el aumento de las lipoproteínas de baja densidad en niños obesos (Li y Hooker., 2010).

### Programa de Desayunos Escolares (PDE)

El desayuno puede considerarse como la primera comida sólida al inicio del día y en fines de semana antes de las 11:00 h (Sánchez-Hernández y Serra-Majem, 2000). Entre los estudios llevados a cabo sobre la influencia del desayuno en el niño, los resultados indican que quienes no lo consumen tienen un desempeño escolar pobre, así como déficit de atención (Sánchez-Hernández y Serra-Majem, 2000; Nicklas y cols., 2001; Rampersaud y cols., 2005) mientras que en la medida que aumenta la calidad de la dieta en el desayuno, el desempeño físico e intelectual, mejora (Morales y cols., 2008). También se ha reportado que los niños que no desayunan tienen mayor dificultad para alcanzar

los requerimientos de macro y micronutrientes, así como de la ingestión energética (Sampson y cols., 1995).

Debido a los beneficios que conlleva el consumo de la primera comida del día, varios países han creado programas de desayunos escolares (PDE). En México desde 1929, se creó el programa llamado “Gota de leche” con el objetivo de erradicar la desnutrición prevalente, disminuir el ausentismo escolar y mejorar la calidad de vida de los niños. Este programa en sus inicios proporcionaba solamente leche y posteriormente ofreció desayunos completos a los niños. A lo largo de los años, este programa cambió de nombre y pasó a manos del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y también durante este periodo de tiempo el desayuno ha sufrido modificaciones.

En la actualidad cada estado de la República Mexicana tiene diseñados los desayunos escolares de acuerdo a las necesidades de su población escolar. En Sonora, el apoyo alimentario presenta dos modalidades llamadas desayunos fríos y desayunos calientes. Los primeros consistían en leche entera de vaca (250 mL), galleta adicionada (30 g) o pan de dulce, y jugos de frutas (Tabla 2). Actualmente estos desayunos están integrados por leche de vaca semidescremada (1.6% grasa) (250 mL), galleta integral adicionada con hierro (30 g), frutas secas, entre otros alimentos (Tabla 3). Los desayunos calientes consisten en leche de vaca semidescremada en polvo (1.6% grasa) (250 mL), un platillo fuerte como el frijol con verduras, ensalada de atún, avena con leche, entre otros, acompañado con pan integral o tortilla y fruta.

**Tabla 2.** Composición química de alimentos y porcentaje de adecuación de los menús del Programa de Desayunos Escolares en Sonora, 2000<sup>1,2</sup>

<b>Nutriente</b>	<b>Leche (250 mL)</b>	<b>Galleta/cereal (35-40 g)</b>	<b>Pan, granola, avena (30-50 g)</b>	<b>Jugo de fruta (250 mL)</b>	<b>% Cubierto de recomendación</b>
<b>Energía, kcal</b>	168	165	149	122	23.4
<b>Proteínas, g</b>	7.5	3.2	3.9	0.8	12.9
<b>Grasa, g</b>	6.5	3.9	4.2	0.5	26.2
<b>Carbohidratos, g</b>	19.5	27.2	23.9	31.3	60.5
<b>Hierro, mg</b>	0.118	1.052	1.720	0.713	28
<b>Retinol, µg ER</b>	270	-	-	-	35
<b>Vit. C, mg</b>	2.3	-	-	90	>100
<b>Tiamina, mg</b>	0.095	0.148	0.142	0.150	38
<b>Rivoflavina, mg</b>	0.405	0.152	0.082	0.280	57
<b>Niacina, mg</b>	0.210	1.25	1.26	0.568	16

1. Adaptado y modificado de Grijalva y cols., 2000.

2. Promedio de 5 menús ofrecidos en una semana.

**Tabla 3.** Composición química de alimentos y porcentaje de adecuación de los menús del Programa de Desayunos Escolares en Sonora, 2009<sup>1</sup>

<b>Nutrimiento</b>	<b>Leche SD<sup>2</sup> (250 mL)</b>	<b>Galleta integral (30 g)</b>	<b>Barra de granola (30 g)</b>	<b>Fruta seca (20 g)</b>	<b>Alimento lácteo combinado (235 mL)</b>	<b>% Cubierto de recomendación (IDR)<sup>3</sup></b>
<b>Energía, kcal</b>	165	127	118	61.2	117	23.5
<b>Proteínas, %</b>	7.75	2.4	3.45	0.1	3.76	10.2
<b>Grasa, %</b>	4	5.1	3.81	0.6	3.76	9.7
<b>Carbohidratos, %</b>	24.8	18	17.6	13.8	4.59	56.6
<b>Fibra dietaria, %</b>	-	1.95	2.1	1.4	-	3.35
<b>Hierro, mg</b>	1.25	0.63	-	-	19.9	12.5
<b>Zinc, mg</b>	3.25	0.45	-	-	23.5	56.9
<b>Vit. A, mg</b>	617	-	-	-	30.0ugER	7.5
<b>Calcio, mg</b>	120	6	-	-	-	24
<b>Sodio, mg</b>	87.5	19.5	-	-	195	8.91

<sup>1</sup>Promedio de 5 menús ofrecidos en una semana.

<sup>2</sup>SD: semidescremada (1.6% grasa).

<sup>3</sup>Recomendaciones basadas en una dieta de 1500 kcals. Recomendaciones para la población mexicana de niños (Bourges y cols., 2008).

Una de las responsabilidades en la implementación de estos desayunos es no afectar negativamente el estado nutricional de los niños, por lo que la dotación de alimentos debe ser acorde a las necesidades de cada población. Así, el objetivo de la mayoría de los PDE es abatir la desnutrición entre los niños de bajos ingresos. Sin embargo, en la actualidad existe una prevalencia muy alta de sobrepeso y obesidad infantil alrededor del mundo, por lo que se han generado críticas hacia los desayunos escolares y su posible contribución en el incremento del peso corporal de quienes los consumen. Algunos de los argumentos son, que podría fomentar el consumo excesivo de algunos alimentos que son altos en grasa y energía y/o aumentar el consumo de alimentos en general, más allá de lo necesario para el crecimiento y la salud (Ralston y cols., 2008). Las evaluaciones realizadas a programas de desayunos escolares proporcionados en Estados Unidos han generado opiniones encontradas. Por un lado, Li y Hooker (2010), observaron que los niños que consumían el desayuno escolar tenían 4.5% más probabilidad de presentar algún grado de sobrepeso respecto de quienes no lo consumían. Sin embargo y de manera contraria, otros estudios han encontrado que consumir el desayuno escolar disminuye el IMC en niños, por lo que puede ser un factor protector contra el exceso de peso corporal (Albertson y cols., 2007; Dubois y cols., 2008; Gleason y Dodd, 2009).

En México, un análisis secundario de la ENSANUT (Olaiz-Fernández y cols., 2006), observó una asociación marginal positiva (RM=1.6, IC 95% 1.1, 2.3) entre ser beneficiario del programa de desayunos escolares y la presencia de sobrepeso. La magnitud de la prevalencia entre el sobrepeso y el desayuno escolar varió de acuerdo al estrato socioeconómico al que pertenecían los niños. Así, los niños del estrato socioeconómico medio que recibían el desayuno escolar tenían una tendencia a presentar sobrepeso (Cuevas-Nasu y cols., 2009).

De igual manera, en el estado de México se llevó a cabo un estudio sobre el impacto del consumo del desayuno escolar. Se determinó que los desayunos escolares en la modalidad caliente proporcionaban casi 700 kcal, lo cual representaba más de la tercera parte de la recomendación diaria de energía para niños de 9 a 11 años de edad. La mayoría de los cereales proporcionados a los niños provenían de harinas refinadas y con un alto contenido de azúcar. Además, también se reportó que el 79% de los niños realizaban un doble desayuno (Mundo-Rosas y cols., 2010)

En el estado de Sonora, desde 1996 se han venido llevando a cabo modificaciones a los desayunos escolares que se ofrecían a la población infantil, con el fin de ofrecer una mejor calidad. A partir de entonces, anualmente y de manera sistemática se lleva a cabo un estudio de seguimiento de evaluación del estado nutricional de los niños beneficiados. En la evaluación se consideran algunas variables clínicas de control indicadoras del estado de vitamina A y algunos minerales como hierro y zinc. Los resultados a través de los años han mostrado un impacto positivo en estos micronutrientes (González, 2005; Grijalva y cols., 2000; Ramírez y cols., 2005).

Dentro de las observaciones hechas en uno de los informes de seguimiento, Grijalva y cols. (2000), señalaron que cerca del 50% al 60% de los niños beneficiarios del PDE, reportaron haber desayunado en su casa y en la escuela, por lo que se consideró que realizaban dos desayunos al día y con ello se daba un incremento en su ingestión energética. Posteriormente y dentro de las evaluaciones del programa Ramírez y cols. (2005), evaluaron los cambios en el porcentaje de grasa corporal de los niños durante el período escolar. Para ello, utilizaron el método de bioimpedancia eléctrica. Los resultados obtenidos no mostraron cambios significativos en la composición corporal de los niños durante el período escolar.

A pesar de que en Sonora los desayunos escolares se encuentran equilibrados nutricionalmente, se piensa que los alimentos proporcionados

podrían no ser los adecuados al fomentar el consumo de otros productos altos en azúcares simples y grasas. Además de aumentar la ingestión energética total debido a la posible duplicación del desayuno.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Salinas, C. A. y M. Kaufer-Horwitz (2008). Lípidos. Recomendaciones de Ingestión de Nutrientes para la Población Mexicana. H. Bourges, E. Casanueva y J. Rosado. México, Editorial Médica Panamericana. **Tomo 2**, pp:129-145.
- Albertson, A. M., D. L. Franko, D. Thompson, A. L. Eldridge, N. Holschuh, S. G. Affenito, y cols. (2007). "Longitudinal Patterns of Breakfast Eating in Black and White Adolescent Girls " Obesity **15**(9): 2282-2292.
- Ambrosini, G. L., R.-C. Huang, T. A. Mori, B. P. Hands y T. O'Sullivan (2009). "Dietary patterns and markers for the metabolic syndrome in Australian adolescents." Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases **20**(4): 274-283.
- Barria P, M. y H. Amigo C (2006). "Transición Nutricional: una revisión del perfil latinoamericano." ALAN **56**(1): 03-11.
- Baxter, A. J., T. Coyne y C. McClintock (2006). "Dietary patterns and metabolic syndrome - a review of epidemiologic evidence." Asia Pac J Clin Nutr **15**(2): 134-142.
- Bustos Z, N., J. Kain-B, B. Leyton-D, S. Olivares-C y F. Vio del R (2010). "Colaciones habitualmente consumidas por niños de escuelas municipalizadas: motivaciones para su elección." Rev Chil Nutr **37**(2).
- Bourges, H., E. Casanueva y J. L. Rosado (2008). Recomendaciones de ingestión de nutrientes para la población mexicana. Bases fisiológicas, Editorial Médica Panamericana S. A.
- Caballero, A. E., K. Bousquet-Santos, L. Robles-Osorio, V. Montagnani, G. Soodini, S. Porratikul, y cols. (2008). "Overweight Latino Children and Adolescents Have Marked Endothelial Dysfunction and Subclinical Vascular Inflammation in Association With Excess Body Fat and Insulin Resistance." Diabetes Care **31**(3): 576-582.
- Cuevas-Nasu, L., B. Hernández-Prado, T. Shamah-Levy, E. A. Monterrubio, M. d. C. Morales-Ruan y L. B. Moreno-Macías (2009). "Overweight and obesity in school children aged 5 to 11 years participating in food assistance programs in Mexico." Salud Pública de México **51**: S630-S637.
- Cuevas-Nasu, L., T. Shamah-Levy y M. A. Ávila-Arcos (2010). Estado de Nutrición. Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008 (Versión preliminar). T. Shamah-Levy. Cuernavaca, Morelos, Instituto Nacional de Salud Pública. **53**.
- Dietz, W. H. y M. C. Bellizzi (1999). "Introduction: the use of body mass index to assess obesity in Children." Am J Clin Nutr **70**(suppl): 123S-5S.
- Dubois, L., M. Girard, M. P. Kent, A. Farmer y F. Tatone-Tokuda (2008). "Breakfast skipping is associated with differences in meal patterns,

- macronutrient intakes and overweight among pre-school children." Public Health Nutrition **12**(1): 19-28
- Falaszchetti, E., A. D. Hingorani, A. Jones, M. Charakida, N. Finer, P. Whincup, y cols. (2010). "Adiposity and cardiovascular risk factors in a large contemporary population of pre-pubertal children." European Heart Journal **31**: 3063-3072.
- Freedman, D., J. Wang, L. Maynard, J. Thornton, Z. Mei, R. Pierson Jr, y cols. (2005). "Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents." International Journal of Obesity **29**: 1-8.
- Freedman, D. S., L. K. Khan, W. H. Dietz, S. R. Srinivasan y G. S. Berenson (2001). "Relationship of Childhood Obesity to Coronary Heart Disease Risk Factors." Pediatrics **108**: 712-718.
- García-Morales, L. (2006). Primera etapa del estudio sobre obesidad infantil. SSA. México, Servicio de Endocrinología Pediátrica, Hospital Infantil de México Federico Gómez. Comunicado de Prensa 044/ 25.
- Geerts Caroline, C., E. Annemieke MV, L. Bots Michiel, V. D. E. Cornelis K, G. Diederick E y U. Cuno (2011). "Body fat distribution and early arterial changes in healthy 5-year-old children." Annals of Medicine: 1-10.
- Gleason, P. M. y A. H. Dodd (2009). "School Breakfast Program but Not School Lunch Program Participation Is Associated with Lower Body Mass Index." Journal of the American Dietetic Association **109**(2): S118-S128.
- González, L. E. (2008). Cambios en el patrón de consumo de alimentos y su relación con riesgo de enfermedades crónicas en la población sonoreNSE. Hermosillo, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. **Tesis de Maestría**.
- González-Valencia, D. G. (2005). Impacto del programa de desayunos escolares modalidad caliente, sobre el estado de nutrición de micronutrientes y composición corporal en niños de Sonora. Nutrición. Hermosillo, Sonora, México, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. **Tesis de Maestría**: 77.
- Grijalva, M., M. Valencia, M. Ortega, J. Ponce, B. Pacheco, A. Robles, y cols. (2000). "Programa de desayunos escolares: evaluación sobre el impacto en el estado de nutrición, hierro y retinol sérico en niños de la zona rural sur de Sonora y zona urbana marginada de la ciudad de Hermosillo, Sonora." Servicios de salud de Sonora. Boletín Informativo **10**: 4-53.
- Hall, D. y T. Cole (2006). "What use is the BMI?" Arch Dis Child **91**: 283–286.
- Hernández Ávila, M. y O. G. Martínez Montañez (2011). "Lineamientos generales para el expendio o distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar en los planteles de educación básica." Bol Med Hosp Infant Mex **68**(1): 1-6.
- AIEA (2010). Introducción a la evaluación de la composición corporal mediante la técnica de dilución con deuterio, utilizando muestras de saliva analizadas por espectrometría de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR). Vienna, Agencia Internacional de Energía Atómica. **12**.

- Islava Lagarda, T. Y. y E. Y. Martínez Peña (2007). Evaluación del aporte nutricional del desayuno escolar a la dieta de los niños beneficiados con el programa en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Departamento de ciencias químico-biológicas. Hermosillo, Universidad de Sonora. **Tesis de Licenciatura: 72.**
- Kenneth, J. E. (2000). "Human Body Composition: In Vivo Methods." Physiological Reviews **80**(2).
- Li, J. y N. Hooker (2010). "Childhood Obesity and Schools: Evidence From the National Survey of Children's Health." Journal of School Health **80**(2): 96-103.
- Morales, F., M. Aguilar-Vilas, C. Mateos-Vega y M. Martínez-Para (2008). "Relación entre la calidad del desayuno y el rendimiento académico en adolescentes de Guadalajara (Castilla-La Mancha)." Nutr Hosp **23**(4): 383-387.
- Mundo-Rosas, V., M. A. Ávila-Arcos y R. A. Hernández (2010). Valor nutritivo de los desayunos escolares distribuidos por el DIFEM. Contribución de los desayunos escolares del DIF Estado de México en el estado de nutrición. T. Shamah-Levy, M. Morales-Ruán y R. Hernández. Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- Nagel, G., K. Rapp, M. Wabitsch, G. Büchele, A. Kroke, I. Zöllner, y cols. (2008). "Prevalence and Cluster of Cardiometabolic Biomarkers in Overweight and Obese Schoolchildren: Results from a Large Survey in Southwest Germany." Clin Chem **54**(2): 317-25.
- Nicklas, T., T. Baranowski, K. Cullen y G. Berenson (2001). "Eating Patterns, Dietary Quality and Obesity." Journal of the American College of Nutrition **20**: 599-608.
- Olaiz-Fernández, G., J. Rivera-Dommarco, T. Shamah-Levy, R. Rojas, S. Villalpando-Hernández y M. Hernández-Ávila (2006). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- Olaiz-Fernández, G., R. Rojas, S. Barquera, T. Shamah, C. Aguilar, P. Cravioto, y cols. (2000). Encuesta Nacional de Salud. La salud de los adultos. J. Sepúlveda. Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- OMS. (2011). "Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva N°311." Revisado 07 agosto, 2011, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.htm>.
- Ortiz-Hernández, L. (2006). "Evolución de los precios de los alimentos y nutrimentos en México entre 1973 y 2004." Arch Latinoam Nutr **56**(3): 201-15.
- Popkin, B. M. (1993). "Nutritional Patterns and Transitions." Population and Development Review **19**(1): 138-157.
- Procter, K. L. (2007). "The aetiology of childhood obesity: a review." Nutrition Research Reviews **20**( 29-45).

- Raghuveer, G. (2010). "Lifetime cardiovascular risk of childhood obesity." Am J Clin Nutr **91**(5): 1514S-1519S.
- Ralston, K., C. Newman, A. Clauson y J. Buzby (2008). The National School Lunch Program: Background, Trends, and Issues. United States. Dept. of Agriculture. Economic Research Service. E. R. Report. United States Of America, United States Department of Agriculture.
- Ramírez, E., M. I. Grijalva-Haro, M. Valencia, J. A. Ponce y E. Artalejo (2005). "Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses " Salud Pública de México **47**(2).
- Ramírez, E. y M. Valencia (2008). "Tamaño y composición corporal en niños mexicanos I: implicaciones en el uso del BOD POD, DXA y dilución con deuterio en la evaluación de la masa grasa y masa libre de grasa." RESPYN **9**(3).
- Ramos, E. J., Y. Xu, I. Romanova, F. Middleton, C. Chen, R. Quinn, y cols. (2003). "Is obesity an inflammatory disease?" Surgery **134**: 329-35.
- Rampersaud, G. C., M. A. Pereira, B. L. Girard, J. Adams y J. D. Metz (2005). "Breakfast Habits, Nutritional Status, Body Weight, and Academic Performance in Children and Adolescents." J Am Diet Assoc **105**: 743-760.
- Rentería-Mexía, A. M., L. E. Gassós-Ortega, M. Yocupucio-Hernández, E. C. Vega-Corral y A. H. Hernández-Bueno (2010). Sobrepeso-Obesidad y consumo alimentario de escolares de Álamos, Sonora. VII Congreso del Noreste y III Nacional de Ciencias Alimentarias y Biotecnología, Centro de las Artes, Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Rivera-Dommarco, J., T. Shamah-Levy, S. Villalpando-Hernández, T. González-de Cossío, B. Hernández-Prado y J. Sepúlveda (2001). "Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México." Instituto Nacional de Salud Pública.
- Rivera, J., S. Barquera, F. Campirano, I. Campos, M. Safdie y V. Tovar (2002). "Epidemiological and nutritional transition in Mexico: rapid increase of non-communicable chronic diseases and obesity." Public Health Nutr **5**: 113-122.
- Sampson, A., S. Dixit, A. Meyers y R. Houser (1995). "The nutritional impact of breakfast consumption on the diets of inner-city African-American elementary school children." J Natl Med Assoc **87**(3): 195-202.
- Sánchez-Hernández, J. y L. Serra-Majem (2000). "Importancia del desayuno en el rendimiento intelectual y en el estado nutricional de los escolares." Rev Esp Nutr Comunitaria **6**(2): 53-95.
- Shamah-Levy, T. (2008). "Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008." Salud Pública Méx **53**(1).
- SINAIS. (2008). "Principales causas de mortalidad general por entidad federativa." Revisado 07 de agosto 2011, En <http://sinais.salud.gob.mx/mortalidad/>.

- Valencia, M., L. Hoyos, M. Ballesteros, M. Ortega y M. Palacios (1998). "Canasta de consumo de alimentos en el estado de Sonora." Revista Estudios Sociales **VIII**(15).
- Ventura, E. E., J. N. Davis, K. E. Alexander, G. Q. Shaibi, W. Lee, C. E. Byrd-Williams, y cols. (2008). "Dietary intake and the metabolic syndrome in overweight latino children." J am diet assoc **108**(8): 1355-1359.
- WHO. (2006). "Obesity and overweight". Revisado 07 de agosto de 2011. En <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.

## HIPÓTESIS

Los alimentos consumidos fuera del desayuno escolar ejercen mayor efecto sobre la presencia de sobrepeso, obesidad y riesgo cardiovascular en niños sonorenses.

## OBJETIVOS

Evaluar en niños escolares cambios en composición corporal y factores de riesgo cardiovascular durante el período escolar y determinar su asociación con el consumo de alimentos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar composición corporal en niños escolares a través del uso de la técnica de dilución con deuterio al inicio y al final del ciclo escolar.
2. Medir marcadores de riesgo cardiovascular, a través, del análisis de las concentraciones séricas de lípidos sanguíneos, dieta y actividad física.

## CAPÍTULO I

# **EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN TAMAÑO Y COMPOSICIÓN CORPORAL A TRAVÉS DEL USO DEL MÉTODO DE DILUCIÓN CON DEUTERIO EN NIÑOS SONORENSES.**

## RESUMEN

**Antecedentes:** En México la obesidad constituye un serio problema de salud pública que contribuye a la aparición de enfermedades crónico-degenerativas. La tasa de prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de 5 a 11 años aumentó de 18 a 26% entre 1998 y 2006. En el estado de Sonora estas cifras son mayores y alcanzan el 30.6%. Se ha sugerido que los desayunos escolares (DE) repartidos a nivel nacional pueden ser uno de los factores que contribuyen a esta epidemia. **Objetivo:** Determinar la influencia de los desayunos escolares sobre los cambios en el contenido de masa grasa en niños beneficiados por el programa DIF del estado de Sonora. **Sujetos y Métodos:** El estudio fue longitudinal prospectivo con dos grupos de estudio: de referencia y PDE. Los cambios en composición corporal se midieron a través de técnicas antropométricas como peso, talla y pliegues cutáneos, y por medio de la técnica de dilución con deuterio. **Resultados:** Los cambios observados de las variables antropométricas en ambos grupos no presentaron diferencias estadísticas. La masa libre de grasa (MLG) aumentó de manera similar en los dos grupos y no fue significativa. Los cambios en masa grasa fueron significativos en cada grupo con respecto al inicio ( $p < 0.01$ ), pero no entre grupos. **Conclusiones:** Los DE no contribuyen al aumento de masa grasa en los niños beneficiados.

**Palabras clave:** desayunos escolares, composición corporal, deuterio, México.



## INTRODUCCIÓN

México se encuentra en un proceso de transición nutricional, caracterizado por una alta incidencia de sobrepeso y obesidad a edades más tempranas de la vida, así como un lento descenso de la desnutrición. De acuerdo a los resultados de la ENSANUT 2006 (Olaiz-Fernández y cols., 2006), la prevalencia de baja talla para la edad a nivel nacional fue de 10.4% para el sexo masculino, y 9.5% para las niñas. Mientras que la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue de 26% para niños y 27% para niñas. Estas características epidemiológicas, hacen que los programas de intervención nutricional, como el programa de desayunos escolares, puedan ser un factor de riesgo de sobrepeso y obesidad. Por un lado podrían aumentar la ingestión energética y/o modificar los hábitos alimentarios hacia el consumo de productos de baja calidad nutricional.

Los alimentos entregados como desayuno escolar, deben ser equilibrados nutricionalmente y estar acordes con las necesidades de la población objetivo, que permitan además promover hábitos de alimentación y estilos de vida saludables. Una de las responsabilidades de este programa es la evaluación constante del impacto que tiene el desayuno en la salud de sus beneficiarios. En el estado de Sonora, desde 1996 se han venido llevando a cabo modificaciones a los desayunos escolares que se ofrecen a la población infantil, con el fin de hacerlos de mejor calidad (Grijalva, 2000).

El uso de técnicas de composición corporal podría proveer una mejor comprensión del efecto que tiene el consumo del desayuno escolar, sobre el estado nutricional y ofrecer la oportunidad de conocer su asociación con factores fisiológicos y metabólicos.

## SUJETOS Y MÉTODOS

### Población de Estudio

Para este estudio se seleccionaron 13 escuelas de educación primaria de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, pertenecientes al programa de desayunos escolares del gobierno del estado. El desarrollo del estudio contó con el apoyo del Programa para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF Sonora) y de la Secretaría de Educación y Cultura (SEC). Solo participaron aquellas escuelas en donde los directivos administrativos y los padres de familia así lo permitieron. La selección de las escuelas se basó en un listado preliminar de las mismas en el nivel primaria y que estaban afiliadas al programa de desayunos escolares (PDE) modalidad fríos, se eligieron aleatoriamente 13 escuelas del turno matutino, de las cuales 4 pertenecieron a la zona sur, 4 al norponiente, 3 a la zona norte y 2 a la zona oriente de la ciudad. La población de estudio estuvo integrada por 287 niños de 6 a 10 años de edad.

### Diseño del estudio

El diseño del estudio fue longitudinal y prospectivo (mediciones al inicio y al final del ciclo escolar) sobre una población conformada de niños en edad escolar, de ambos sexos, que asisten a escuelas beneficiadas por el Programa de Desayunos Escolares en la Cd. de Hermosillo, Sonora, México. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., (CIAD) (Oficio no. CE/018/2009).

Se formaron dos grupos de estudio: uno conformado por niños que recibían el desayuno escolar y otro por niños que no recibían el desayuno escolar. Al inicio del ciclo académico la asignación de los niños que reciben el

desayuno se lleva a cabo por personal docente de los diferentes grados en cada escuela.

### **Tamaño de muestra**

El tamaño de muestra se calculó tomando en cuenta los valores promedio y desviaciones estándar de los cambios observados en el porcentaje de grasa de un estudio previo realizado por Ramírez y cols. (2005), en niños del estado de Sonora que consumían el desayuno escolar. El cálculo se realizó utilizando la fórmula de comparación de medias (Argimon Pallás y Jiménez Villa, 2004).

$$n = \frac{2(\sigma^2)(Z_{\alpha} + \beta)^2}{d^2}$$

El tamaño de muestra obtenido fue menor de 100 niños. Sin embargo se tomó la determinación de tener un tamaño de muestra mayor, definido como 200.

## **Criterios de exclusión**

Como criterio de exclusión se estableció el de haber sido diagnosticado previamente con diabetes, enfermedades coronarias, hiper o hipotiroidismo y enfermedades o síntomas que alteraran el estado hídrico de los niños como la presencia de diarrea. También se excluyeron los niños que estuvieran tomando algún medicamento que alterara el metabolismo de los lípidos o el estado hídrico de los niños, tales como diuréticos y quienes no tuvieron completas todas sus evaluaciones, o que decidieran salir del estudio.

Diariamente se enviaron invitaciones a los padres de familia para que sus hijos participaran en el estudio. A quienes respondieron al llamado, se les explicó los objetivos del estudio y procedimientos que se llevarían a cabo. Asimismo, se aplicó un breve cuestionario clínico diseñado para verificar que los niños cumplieran con los criterios preestablecidos para su inclusión en el estudio. En caso de cumplir con los criterios, los padres firmaron las formas de consentimiento informado en donde dieron la aprobación para la participación de sus hijos en el estudio.

## Estudios Realizados

### **Indicadores antropométricos**

Todas las mediciones se realizaron por personal estandarizado. El peso y la talla en los niños se midió siguiendo las técnicas descritas por Jelliffe & Jelliffe, (1989). Para la medición del peso, los niños se pesaron con un mínimo de ropa y se empleó una balanza electrónica con capacidad de 0 a 150 ± 0.05 kg (AND FV-150KA1; A& D Co Japón). Para la medición de la talla se empleó un estadiómetro Holtain (Holtain Stadiometer, Holtain LTD.UK), con capacidad de medición de 0 a 210 ± 0.1 cm.

Con los datos de peso y talla obtenidos se calculó el índice de masa corporal (IMC  $\text{kg/m}^2$ ). Se definió sobrepeso y obesidad a partir de los puntos de corte propuestos por la OMS (De Onis y cols., 2007), empleando el score z del IMC (IMC-z), el cual se obtuvo a través del uso del software Anthroplus (WHO, 2009).

La circunferencia de cintura se midió utilizando una cinta métrica flexible de fibra de vidrio (Lafayette Instrument USA). La medición se llevó a cabo con el niño de pie con los brazos a los lados del cuerpo y la medida se tomó entre la última costilla y la cresta iliaca (WHO, 2005).

Los pliegues cutáneos se midieron siguiendo los criterios de Durnin y Womersley (1974). El pliegue tricípital se tomó en el antebrazo izquierdo en el punto medio entre el acromion y olecranon. El pliegue subescapular se midió justo por debajo de la punta de la escápula del lado izquierdo, con un eje de  $45^\circ$  respecto de la columna vertebral.

### **Evaluación de la composición corporal**

Para medir composición corporal se utilizó el método de dilución con deuterio ( $\text{D}_2\text{O}$ ) en muestras de saliva. Para ello se empleó deuterio ( $\text{D}_2\text{O}$ ) con 99.8 % de pureza (Cambridge Isotope Laboratories, Andover, MA) el cual se mantuvo en refrigeración.

Preparación de las dosis. El procedimiento seguido tanto para la preparación de las dosis a utilizar como para el proceso de dosificación fue de acuerdo a lo descrito en el protocolo de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA, 2010) en el que se considera 0.5 g de agua deuterada por kilogramo de peso corporal. Se calcularon dosis para diferentes pesos corporales y se pesaron en una balanza AND GX-2000 ( $2100 \pm 0.5 \text{ g}$  e=0.1 g d=0.01g) en frascos de polietileno con tapón de rosca, que fueron cubiertos

además con papel parafilm. Las dosis se prepararon diariamente previo al día de dosificación y se mantuvieron bajo refrigeración hasta su utilización.

Dosificación. Inicialmente, se tomó una muestra basal de saliva, para ello se le proporcionó a cada niño una torunda de algodón, la cual se impregnó totalmente de saliva. Posteriormente y con ayuda de una jeringa de 20 mL se extrajo la saliva del algodón y se almacenó en viales con tapón de rosca y posteriormente se envolvieron con papel parafilm. Se guardaron en un recipiente con hielo hasta su llegada al laboratorio. Después de la toma de la muestra basal, se sugirió a los niños el orinar para evitar evacuaciones postdosis.

El deuterio se suministró vía oral y las dosis proporcionadas a cada niño fueron de acuerdo a su peso corporal siguiendo el protocolo de la AIEA (2010). Después de que el niño hubo tomado la dosis de agua deuterada se les proporcionaron 100 mL más de agua potable repartidos en dos tomas, que se utilizaron para enjuagar el frasco que contenía la dosis, y de esta manera garantizar el consumo del deuterio en su totalidad. Después de la dosificación se esperó un tiempo de equilibrio de 3 horas. Durante la primera hora de equilibrio se les proporcionó una colación. Una vez pasado el tiempo, se recolectó la segunda muestra de saliva siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

Análisis de muestras. El mismo día del estudio, las muestras de saliva se centrifugaron a 2400 rpm por un intervalo de tiempo de 20 minutos y posteriormente se analizaron en un espectrómetro de masas por transformada de Fourier (FTIR 8400S, Shimadzu). Una vez calculada la dilución del deuterio se obtuvo el ACT, el cual fue corregido debido al secuestro de deuterio por otras moléculas no acuosas del 4%. A este dato se le restaron 210 mL debidos al agua de enjuague y a la colación proporcionada, siguiendo las recomendaciones de la Agencia Internacional de Energía Atómica (2010).

Los factores de hidratación utilizados fueron los propuestos por la AIEA, (2010) de acuerdo a la edad y sexo de cada niño. Estos factores de hidratación se validaron con anterioridad en otro estudio con niños sonorenses (Ramírez y cols., 2009).

### Análisis Estadístico

Se realizaron análisis descriptivos para presentar las características de la población del estudio por consumo o no de desayuno escolar.

Se evaluaron las diferencias entre grupos, en las mediciones antropométricas y de composición corporal utilizando la prueba t de Student para muestras independientes. También para las mismas variables se obtuvieron las diferencias inicio-final para cada grupo y se compararon a través de la prueba t de Student para muestras pareadas. Para los datos no normales se realizó la prueba U de Mann Whitney.

A través de la utilización de la ecuación de predicción de ACT establecida por Wells y cols. (2005), se eliminaron los sujetos que presentaron un valor inferior o superior a la mediana de la variable de  $ACT \pm 2$  (diferencia del rango intercuartílico, equivalente a la diferencia entre los percentiles 75 y 25).

Se utilizó el análisis de correlación para explorar los diferentes tipos de asociaciones entre los diferentes indicadores antropométricos y el método de dilución con deuterio.

Se empleó el programa NCSS, 2007 (Hintze, 2007) para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos.

## RESULTADOS

Al inicio del estudio se evaluaron 287 escolares en edades comprendidas entre 6 y 10 años de edad, de los cuales 204 se dosificaron con deuterio, y 5 de ellos fueron eliminados del análisis por presentar datos anormales.

Se realizaron dos mediciones una basal y otra al final del período escolar nueve meses después. En la segunda etapa, 136 niños tuvieron las mediciones de composición corporal, sin embargo, sólo en 98 escolares se completaron las mediciones antropométricas. Al finalizar el estudio y en el análisis de datos se observó que de los 98 niños, 9 de los escolares beneficiarios del desayuno escolar dejaron de consumirlo y por el contrario, 12 de los niños pertenecientes al grupo de referencia llegaron a consumirlo, razón por la cual fueron descartados del análisis. Los resultados que se presentan a continuación corresponden a 73 niños, 30 del grupo de referencia y 43 del grupo del programa de desayunos escolares. Dentro del grupo de referencia quedaron incluidos 16 niñas y 14 niños, mientras que en el grupo del PDE quedaron 23 niñas y 20 niños.

En la tabla 1 se muestran las mediciones de las variables antropométricas al inicio del ciclo escolar. Los datos se dividieron y analizaron comparando los grupos de estudio, para ello se empleó la prueba estadística t de Student (para muestras independientes).



**Tabla 1.** Características generales de tamaño corporal al inicio del estudio

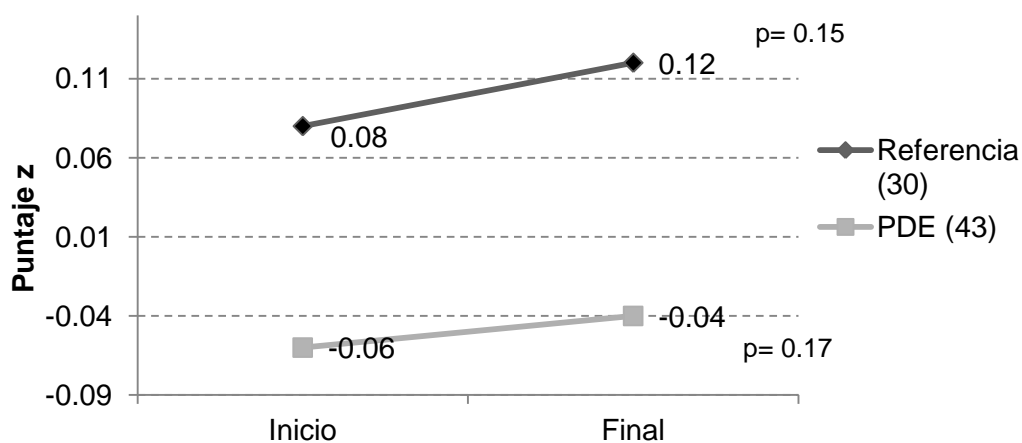
Variable	Referencia (n=30)	Desayuno escolar (n= 43)	$p^1$
←—Media ± Desviación estándar —→			
<b>Edad, a</b>	7.43 ± 0.86	7.39 ± 0.96	0.84
<b>Peso, kg</b>	26.0 ± 6.73	23.8 ± 4.37	0.11
<b>Talla, cm</b>	124 ± 7.57	123 ± 6.78	0.51
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>	16.7 ± 3.07	15.6 ± 1.75	0.07
<b>Z (T/E)</b>	0.08 ± 1.01	-0.06 ± 0.88	0.50
<b>Z (P/E)</b>	0.37 ± 1.49	-0.89 ± 0.96	0.14
<b>Z (IMC)</b>	0.41 ± 1.51	-0.10 ± 0.95	0.09
<b>PCT<sup>‡</sup>, mm</b>	9.7 (8.4, 14.85)	8.6 (7.4, 10)	0.051
<b>PCS, mm</b>	7.78 ± 3.98	6.70 ± 2.26	0.40

<sup>‡</sup>Mediana entre paréntesis rangos intercuartílicos.

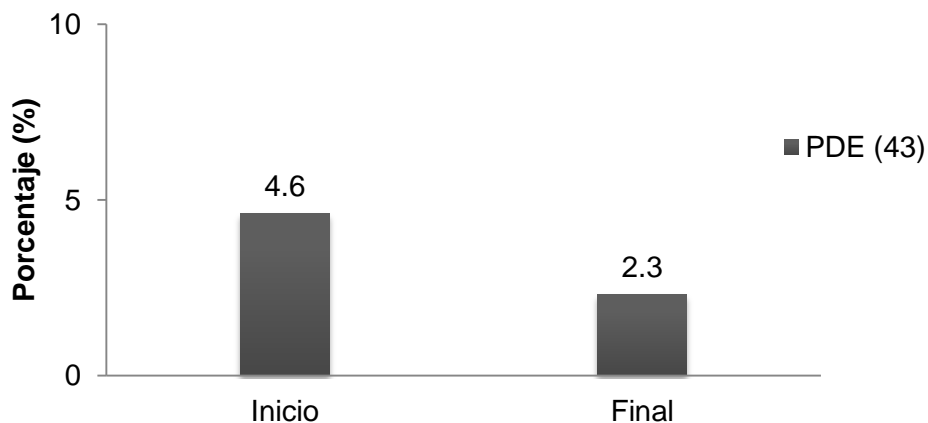
<sup>1</sup>Diferencia entre grupos probada a  $p < 0.05$  con t-Student para dos muestras independientes y U de Mann Whitney para datos no normales.

IMC: índice de masa corporal, T/E: talla para la edad, P/E: peso para la edad, PCT: pliegue cutáneo tricipital, PCS: pliegue cutáneo subescapular.

Los cambios observados en el puntaje z de talla para la edad fueron positivos (Figura 1a). No se observaron diferencias significativas entre periodos ni entre grupos. En la Figura 1b se observa la prevalencia de niños con talla baja para la edad, el cual es un indicador de la presencia de desnutrición en la etapa intrauterina o en los primeros años de vida. Sólo el grupo del PDE presentó casos de talla baja para la edad, los cuales disminuyeron en un 50% al final del estudio.



a) Talla para la edad puntaje z



b) Baja talla para la edad <2 puntaje z

**Figura 1.**

a) Puntaje z T/E al inicio y final del estudio de la evaluación de cambios en composición corporal durante el periodo escolar de niños del PDE en comparación con el grupo de referencia.

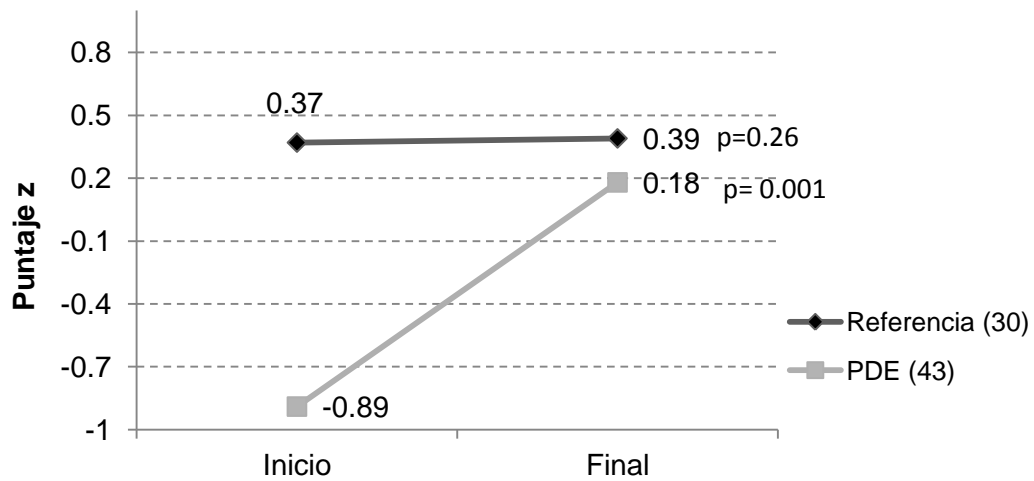
Probado a nivel de  $p < 0.05$ ; t-Student para muestras pareadas, no significativo

b) Porcentaje de baja T/E ( $z < -2$ ) en escolares del PDE y el grupo de referencia.

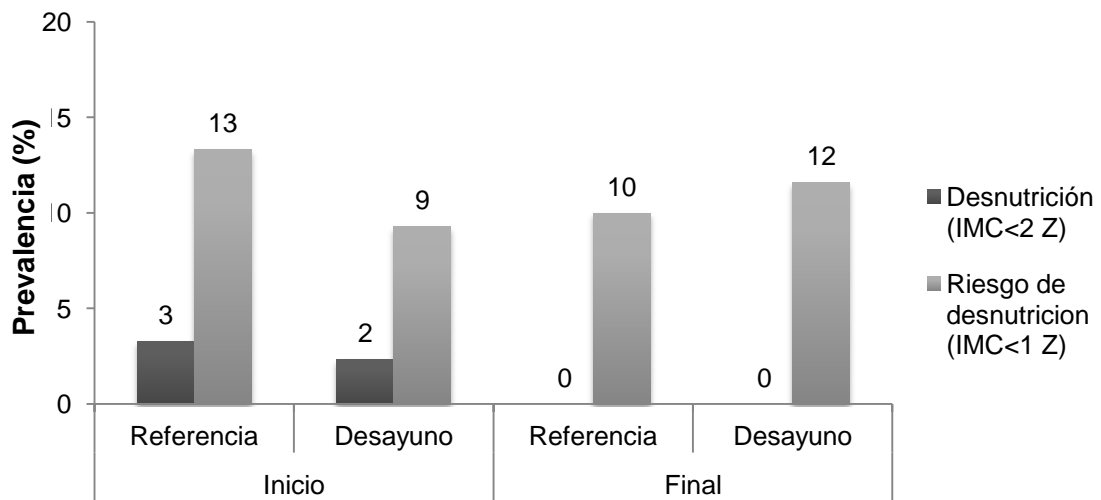
Probado a nivel de  $p < 0.05$ ; chi-cuadrada entre etapas, no significativo

En cuanto al peso para la edad como otro indicador del estado nutricional, los cambios observados en ambos grupos también fueron positivos. Sin embargo, sólo en el grupo de desayunos escolares se observó un cambio significativo ( $p < 0.001$ ), de 1.07 puntos porcentuales (Figura 2a)

De acuerdo al IMC para la edad (IMC-z) (Figura 2b), el grupo de referencia presentó los mayores porcentajes de desnutrición y riesgo de desnutrición. Los puntos de corte usados para su clasificación fueron los recomendados por la OMS (De Onis y cols., 2007). Los porcentajes de desnutrición existentes al inicio del estudio en ambos grupos, disminuyeron en un 100% al final de éste. Mientras que el porcentaje de riesgo de desnutrición disminuyó para el grupo de referencia y aumentó para el grupo del desayuno escolar.



a) Peso para la edad puntaje z



b) Porcentaje de desnutrición y riesgo de desnutrición de acuerdo al IMC para la edad

**Figura 2**

a) Puntaje z P/E al inicio y final del estudio de la evaluación de cambios en composición corporal durante el periodo escolar de niños del PDE en comparación con el grupo de referencia.

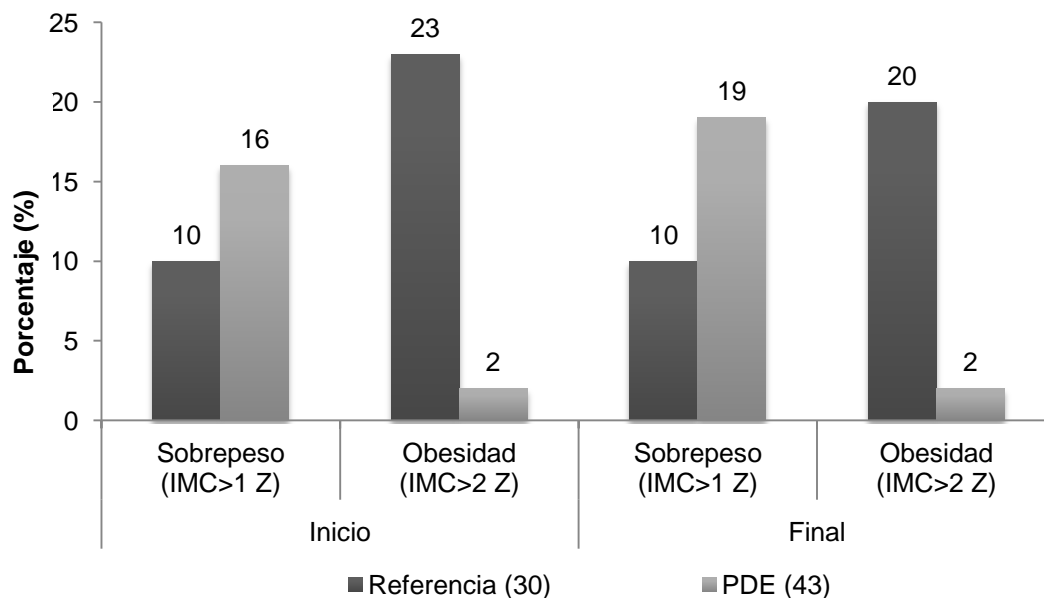
Probado a nivel de  $p < 0.05$ ; t-Student para muestras pareadas, no significativo.

b) Porcentaje de desnutrición de acuerdo al IMC para la edad en escolares del PDE y el grupo de referencia.

Probado a nivel de  $p < 0.05$ ; chi cuadrada, no significativo.

Al inicio del estudio, el 70% de los niños beneficiarios del PDE, y el 50% de los niños pertenecientes al grupo de referencia, presentaron un estado nutricional adecuado. En la etapa final, estos porcentajes cambiaron a 67% en el grupo de referencia y 60%, para el grupo del PDE.

Para clasificar a los niños en sobrepeso y obesidad se utilizó el puntaje z del IMC. Los cambios observados se muestran en la Figura 3. Al iniciar el estudio se observó un número mayor de niños con sobrepeso en el PDE (16%) con respecto al grupo de referencia (10%). Por el contrario, el grupo de referencia fue el que presentó mayor número de niños con obesidad (23%). Al finalizar el estudio, el número de niños con sobrepeso aumentó en el PDE (19%), y por el contrario el número de niños con obesidad disminuyó en el grupo de referencia (20%), aunque estos cambios no fueron significativos.



**Figura 3.** Cambios en el porcentaje de sobrepeso y obesidad en el grupo de referencia y PDE, al inicio y al final (9 meses)

Un aspecto importante en la presente investigación fue la evaluación de la composición corporal de los niños a través de la utilización de un isótopo estable como el deuterio (Tabla 2). Se observó que entre grupos existieron diferencias significativas en el porcentaje de masa grasa ( $p=0.03$ ).

**Tabla 2.** Características de composición corporal al inicio del estudio entre el grupo de referencia y el grupo del PDE

Variable	Referencia (n=30)	Desayuno escolar (n= 43)	$p^1$
	← Media ± Desviación estándar →		
<b>ACT, kg</b>	14.8 ± 2.51	14.3 ± 1.86	0.41
<b>MLG, kg</b>	19.1 ± 3.30	18.6 ± 2.45	0.42
<b>MG<sup>‡</sup>, kg</b>	5.19 (4.8, 9.5)	4.46 (3.46, 6.28)	0.058
<b>MG, %</b>	24.9 ± 8.53	21.0 ± 6.89	0.03

<sup>‡</sup>Mediana entre paréntesis rangos intercuartílicos.

<sup>1</sup>Diferencia entre grupos probada a  $p < 0.05$  con t-Student para dos muestras independientes y U de Mann Whitney para datos no normales

ACT: agua corporal total, MLG: masa libre de grasa, MG: masa grasa.

En la tabla 3 se muestra el análisis de los cambios observados por grupo, de las principales variables de composición y tamaño corporal después de nueve meses de periodo escolar. No se observaron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas. Sin embargo, cabe resaltar que de acuerdo a lo esperado hubo un aumento en el peso y la talla en ambos grupos.

La ganancia de masa libre de grasa en ambos grupos fue similar (1.24 kg vs 1.37 kg). La evidencia estadística demostró que en el grupo del PDE no existió una ganancia significativa de masa grasa, respecto del grupo de referencia. El aumento de masa grasa, así como el porcentaje de grasa estimado a través del uso del deuterio, mostró que el grupo beneficiario del desayuno escolar obtuvo cifras más elevadas. La ganancia de MG en los niños del PDE fue de 1000 g, mientras que para el grupo de referencia fue de 870 g,

estas cifras fueron significativas entre etapas ( $p=0.001$ ;  $p= 0.004$ ), pero no entre grupos ( $p= 0.53$ ).

**Tabla 3.** Análisis de tamaño y composición corporal en un grupo de niños sonorenses

Indicador	Inicio	Final	Cambio a 9 m	<i>p</i> <sup>1</sup>
	← <i>Media-desviación estándar</i> →			
<b>Peso, kg</b>				
Referencia	26.0 ± 6.73	28.3 ± 7.38	2.24 (1.54, 3.19) <sup>‡</sup>	0.95
PDE	23.8 ± 4.37	26.1 ± 4.94	2.27 (1.67, 2.74) <sup>‡</sup>	
<b>Talla, cm</b>				
Referencia	124 ± 7.57	127 ± 7.49	3.70 ± 0.78	0.50
PDE	123 ± 6.78	126 ± 6.81	3.58 ± 0.80	
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>				
Referencia	16.7 ± 3.07	16.9 ± 3.05	0.30 (-0.02, 0.62) <sup>‡</sup>	0.41
PDE	15.6 ± 1.75	16.0 ± 1.82	0.40 (0.01, 0.60) <sup>‡</sup>	
<b>Z-IMC</b>				
Referencia	0.41 ± 1.51	0.42 ± 1.40	0.06 (-0.16, 0.23) <sup>‡</sup>	0.09
PDE	-0.10 ± 0.95	0.03 ± 0.90	0.17 (-0.06, 0.35) <sup>‡</sup>	
<b>Z-T/E</b>				
Referencia	0.08 ± 1.01	0.12 ± 1.07	0.03 ± 0.14	0.57
PDE	-0.06 ± 0.88	-0.04 ± 0.90	0.01 ± 0.13	
<b>Z-P/E</b>				
Referencia	0.37 ± 1.49	0.39 ± 1.44	0.01 ± 0.31	0.15
PDE	-0.89 ± 0.96	0.18 ± 0.96	0.10 ± 0.20	
<b>PCT<sup>‡</sup>, kg</b>				
Referencia	9.7 (8.4, 14.85) <sup>‡</sup>	9.74 ± 5.06	2.23 ± 1.82	0.98
PDE	8.6 (7.4, 10) <sup>‡</sup>	11.5 ± 3.74	2.23 ± 2.13	
<b>PCS, kg</b>				
Referencia	7.78 ± 3.98	9.74 ± 5.06	1.95 ± 2.21	0.28
PDE	6.70 ± 2.26	8.2 ± 2.76	1.49 ± 1.45	
<b>MLG, kg</b>				
Referencia	19.1 ± 3.30	20.5 ± 3.14	1.37 ± 0.87	0.48
PDE	18.6 ± 2.45	19.6 ± 2.62	1.24 ± 0.66	
<b>MG<sup>‡</sup>, kg</b>				
Referencia	5.19 (4.8, 9.5)	5.74 (4.64, 11.56)	0.87 (0.36, 1.85)	0.53
PDE	4.46 (3.46, 6.28)	5.21 (4.42, 7.23)	1.00 (0.62, 1.58)	
<b>MG, %</b>				
Referencia	24.9 ± 8.53	25.6 ± 8.75	1.34 (-0.13, 3.87) <sup>‡</sup>	0.18
PDE	21.0 ± 6.89	23.3 ± 6.52	2.55 (0.17, 3.76) <sup>‡</sup>	

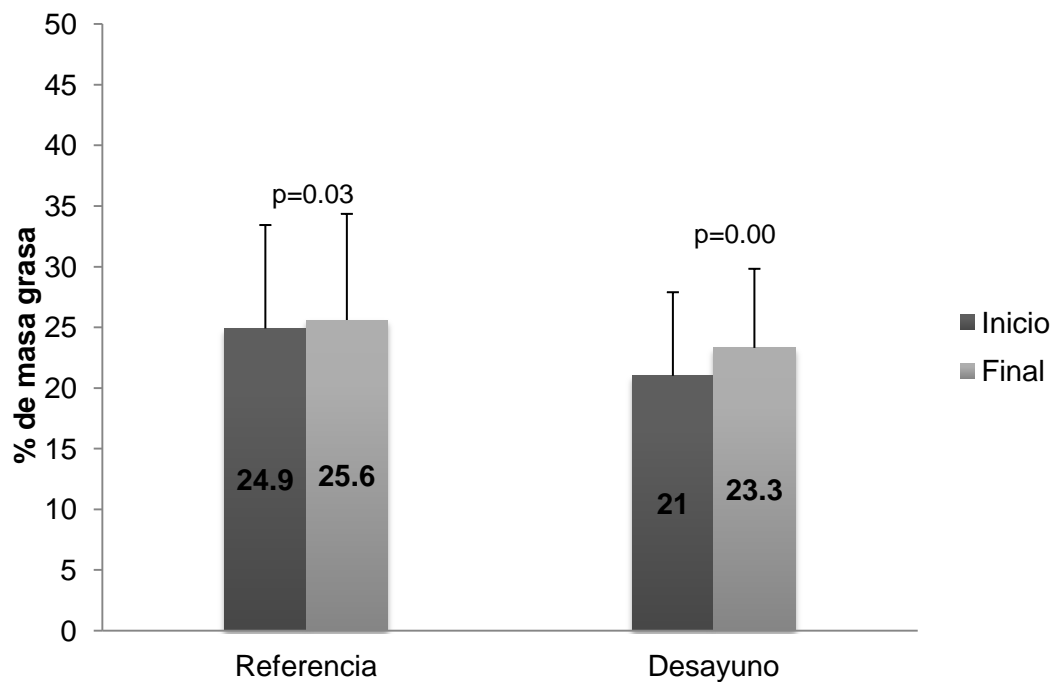
‡Mediana, entre paréntesis rangos intercuartílicos

<sup>1</sup>Diferencia entre grupos probada a *p* <0.05, a través de una t-de Student para muestras independientes y U de Mann Whitney para datos no normales

IMC: índice de masa corporal, T/E: talla para la edad, P/E: peso para la edad, PCT: pliegue cutáneo tricipital, PCS: pliegue cutáneo subescapular, ACT: agua corporal total, MLG: masa libre de grasa, MG: masa grasa.



La Figura 4 muestra de manera gráfica el porcentaje de grasa medida al inicio y al final del estudio entre ambos grupos. Aunque se observó un aumento del porcentaje de grasa levemente mayor en el grupo que consume el desayuno escolar, éste no fue estadísticamente significativo.



**Figura 4.** Cambios en el porcentaje de masa grasa determinada por el método de dilución con deuterio, al inicio y final del periodo escolar en ambos grupos.

Diferencia entre grupos probada a  $p < 0.05$ , a través de una t-de Student para muestras pareadas

El promedio del porcentaje de masa grasa para niños y niñas, distribuido de acuerdo a los puntos de corte de IMC para la edad se muestra en la Tabla 4 (De Onis y cols., 2007). Se observó que el porcentaje de grasa aumentó conforme aumentó el IMC. Así, se tuvo que el promedio de masa grasa para las niñas que presentaron un peso adecuado fue de 24%, mientras que en los niños este promedio fue menor con 19.7%. El promedio de porcentaje de masa grasa en las niñas que presentaron sobrepeso fue de 36%, mientras que en los niños fue de 21.8%. La diferencia del promedio de porcentaje de masa grasa en niñas, entre sobrepeso y obesidad fue de 6.4 puntos porcentuales, mientras que en los niños esta diferencia fue mayor con 15.4 puntos porcentuales. Así, se tiene que el promedio de masa grasa alto en niñas fue de 42%, mientras que para los niños este valor fue de 37%.

Al realizar una comparación sobre las clasificaciones de obesidad mediante IMC para la edad y porcentaje de grasa corporal, se obtuvieron diferentes prevalencias de obesidad (Tabla 5). Utilizando la clasificación de la OMS (De Onis, y cols., 2007) (IMC para la edad), se obtuvo una prevalencia de obesidad de 8% para los niños y 12% para las niñas. De acuerdo a los puntos de corte establecidos por Freedman y Bettylou. (2009), la proporción de niños con un elevado porcentaje de grasa corporal fue muy similar para ambos sexos con casi 18%. Mientras que el uso de los puntos de corte sugeridos por Williams y cols. (1992), son más bajos que los propuestos por Freedman y Bettylou. (2009), por lo que el porcentaje de niños con exceso de grasa corporal fue 2.9 puntos porcentuales mayor en niños y 12.8 puntos porcentuales mayor en niñas.

**Tabla 4.** Distribución del porcentaje de grasa corporal de acuerdo a las categorías del IMC para la edad por sexo

Indicador	Niñas n=39	Niños n=34
<b>Riesgo de desnutrición (IMC=&gt;-1 Z)</b>	n=7 20.9 ± 2.35 (16.7-23.4)	n=2 16.5 ± 2.15 (15.0-18.0)
<b>Adecuado (IMC=0 Z)</b>	n=24 23.9 ± 5.10 (11.1-33.7)	n=23 19.7 ± 3.94 (11.3-29.1)
<b>Sobrepeso (IMC=&gt;1 Z)</b>	n=5 35.9 ± 2.39 (32.8-39.1)	n=5 21.8 ± 3.26 (18.7-27.0)
<b>Obesidad (IMC=&gt;2 Z)</b>	n=3 42.3 ± 3.06 (39.3-45.4)	n=4 37.2 ± 0.94 (36.1-38.1)

% de grasa ± DE, entre paréntesis valores mín y máx.

**Tabla 5.** Porcentaje de sujetos con un contenido (%) elevado de grasa, de acuerdo a diferentes clasificaciones

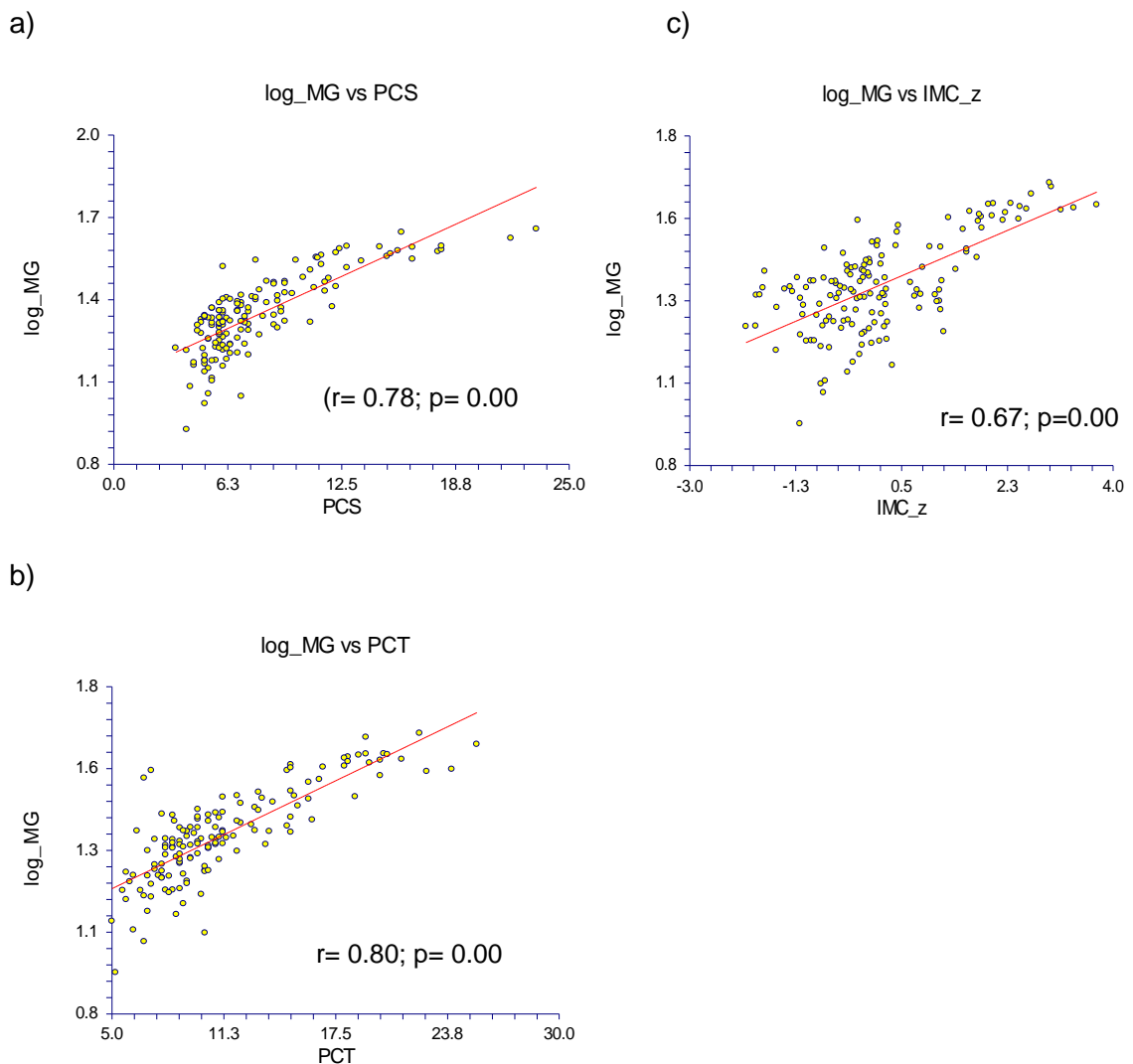
Referencia	Puntos de corte		Porcentaje de niños	
	M	F	M (34)	F (39)
<b>De Onis y cols., 2007<sup>a</sup></b>	≥ 2 DE	≥ 2 DE	8	12
<b>Freedman y Bettylou, 2009<sup>b</sup></b>	≥26	≥34	17.6	17.9
<b>Williams y cols., 1992<sup>b</sup></b>	≥25	≥30	20.5	30.7

M: masculino, F: femenino

<sup>a</sup>DE: Desviación estándar

<sup>b</sup>Porcentajes.

Para conocer la asociación entre las variables antropométricas y el porcentaje de masa grasa se realizó un análisis de regresión simple. Las variables evaluadas fueron pliegue cutáneo subescapular, pliegue cutáneo tricipital, e IMC. Se observó que los pliegues cutáneos subescapular y tricipital presentaron la mejor asociación con el porcentaje de masa grasa ( $r= 0.78$ ,  $p=0.001$ ;  $r= 0.80$ ,  $p=0.001$ ; respectivamente) (Figura 5).



**Figura. 5.** Correlación del porcentaje de masa grasa (en log10) entre diferentes indicadores antropométricos.

MG:logaritmo base 10 de porcentaje de masa grasa, PCS:Pliegue cutáneo subescapular; PCT: Pliegue cutáneo tricipital. IMC-z: Índice de masa corporal para la edad.

## DISCUSIÓN

Las características de tamaño corporal de los niños en ambos grupos fueron similares al inicio del ciclo escolar, además, la distribución por sexo fue similar, ya que se estudiaron 34 niños y 39 niñas. Durante el tiempo del estudio, se detectó que algunos niños pertenecientes al grupo de referencia comenzaron a consumir el desayuno escolar, razón por la cual fueron descartados para el análisis quedando un total de 73 niños.

De acuerdo al Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), el objetivo principal del Programa de Desayunos Escolares es mejorar el estado nutricional de los niños con desnutrición o en riesgo de desnutrición, para optimizar el rendimiento escolar y disminuir el ausentismo escolar. En el presente estudio, se encontró que el 70% de los niños beneficiarios del desayuno escolar presentaron un estado nutricional adecuado, y sólo el 11.6% presentó riesgo nutricional o desnutrición. Este hallazgo es similar a los encontrados en evaluaciones anteriores del programa (González-Valencia, 2005; Ramírez y cols., 2005) e indica que en esta población no se tienen problemas de desnutrición tan agudos como en otras partes del país. Cabe también la posibilidad de que la baja presencia de desnutrición encontrada en el PDE se debiera en parte a que los desayunos escolares no están beneficiando a la población a la que en teoría están o debieran estar dirigidos. Se observó que a pesar de que existe un procedimiento a seguir en la asignación de los niños al programa, éste podría no ser llevado a la práctica o que la herramienta por la cual se designan a los niños que participarán, no sea la adecuada.

El PDE en México, a pesar de pertenecer al DIF, se encuentra descentralizado, por lo que los alimentos entregados varían para cada estado de la república. Pocos estudios han evaluado el impacto de los desayunos sobre la salud de quienes lo consumen. En Sonora, desde 1996 en CIAD A.C.

se han venido realizando evaluaciones de seguimiento sistemáticas año con año para medir el impacto de los desayunos sobre el estado nutricional de los niños beneficiados. Estas evaluaciones han observado cambios favorables en niveles séricos de hierro y vitamina A, disminución en la prevalencia de desnutrición y riesgo de desnutrición, así como disminución de la deserción escolar (Grijalva-Haro y cols., 1999).

En este estudio, no se pudieron hacer comparaciones entre los grupos sobre la talla baja para la edad, porque dentro del grupo de referencia no se presentó ningún caso, sin embargo, el 50 % de los niños que presentaron talla baja para la edad mejoraron su estado nutricional al final del ciclo escolar.

Por otro lado, la prevalencia de sobrepeso en los niños beneficiados del PDE al finalizar el estudio fue de 15% y la prevalencia de obesidad del 10%. Estos resultados son diferentes a los reportados por Shamah-Levy y cols. (2010), quienes evaluaron el programa de desayunos del DIF en el estado de México encontrando una prevalencia de sobrepeso de 14.1% y 5.2% de obesidad. Ellos concluyeron que es necesaria una adecuada selección de beneficiarios con fin de ayudar a quien realmente lo necesita.

Lo anterior confirma la llamada polarización epidemiológica y nutricional, donde en un mismo país coexisten enfermedades como el sobrepeso y la obesidad en conjunto con la desnutrición y que es necesaria la revisión de los procedimientos de elección de los beneficiarios.

En la presente investigación, los cambios de peso corporal entre los grupos fueron similares (2.24 kg en el grupo de referencia vs 2.27 kg en el grupo del PDE;  $p=0.95$ ), sin embargo, los cambios en composición corporal medidos a través de la técnica de dilución con deuterio, permitieron detectar cambios significativos en la grasa corporal en ambos grupos de estudio. La ganancia de masa grasa tuvo una tendencia levemente mayor en el grupo del PDE con respecto al grupo de referencia, sin embargo, las comparaciones

estadísticas entre los grupos no resultaron significativas. De esta manera, los resultados obtenidos demuestran que los desayunos escolares no son la causa del sobrepeso y la obesidad presentes en la población estudiada y confirman lo encontrado por Ramírez y cols. (2005), quienes tampoco encontraron una asociación entre el consumo del desayuno escolar y el aumento de masa grasa (medida por bioimpedancia eléctrica) en esta misma población.

El aumento de masa grasa observado en los niños del PDE en el presente estudio, se debe tomar con cautela debido a que hay algunos estudios que han demostrado que los niños que reciben el desayuno escolar tienden a un mayor aumento de peso que quienes no lo reciben. En este sentido, un estudio llevado a cabo en Estados Unidos encontró que los niños seleccionados para recibir el desayuno escolar estaban predispuestos a ganar más masa grasa que quienes no estaban dentro del programa (Millimet y cols., 2008). De igual manera Schanzenbach (2009) también en Estados Unidos observó que los niños beneficiarios del programa de desayunos escolares fueron 2% más propensos a padecer obesidad. Una de las posibles explicaciones es el nivel socioeconómico bajo de los niños insertos en los programas de desayunos escolares, el cual está vinculado con la presencia de sobrepeso y obesidad.

Varios estudios han tratado de precisar puntos de corte para definir qué valor puede ser considerado como un nivel alto de grasa en los niños, sin embargo, los resultados han mostrado que estos varían de acuerdo a la raza, sexo, edad, entre otros factores. La aplicación de estos puntos de corte requiere de un mayor análisis y discusión del mismo (Williams y cols., 1992; Taylor y cols., 2002; Lee y cols., 2007; Freedman y Bettylou, 2009). En nuestro caso se observó que a medida que aumenta el IMC, también aumenta el porcentaje de masa grasa, obteniéndose que las niñas clasificadas con sobrepeso presentan más del 30% de masa grasa, mientras que en los niños esta misma categoría fue de 18%.

Los puntos de corte sugeridos por Freedman y Bettylou (2009), son más altos que los referidos por Williams y cols., (1992). Independientemente del punto de corte que se utilice, ambas referencias dan prevalencias de obesidad más altas que las definidas por el IMC para la edad. Esto se debe principalmente a que el IMC no diferencia entre el tejido adiposo y el tejido libre de grasa. Así, los niños que presentan un IMC adecuado pueden tener un alto porcentaje de grasa corporal y algunos niños diagnosticados con sobrepeso no necesariamente presentan mayor tejido adiposo.

De todas las variables antropométricas evaluadas en el presente estudio el pliegue cutáneo tricipital (PCT) fue el indicador que se asoció de mejor manera con el porcentaje de masa grasa. Posiblemente el PCT podría ser utilizado de forma independiente como un buen indicador para detectar exceso de tejido adiposo en escolares. Varios estudios han observado que la utilización de los pliegues junto con el IMC para la edad pueden dar un mejor diagnóstico del sobrepeso y la obesidad en niños (Bedogni y cols., 2003; Freedman y cols., 2007).

A pesar de que nuevamente se demostró que los desayunos escolares no son la causa del sobrepeso y la obesidad, es necesario realizar más estudios para conocer las determinantes de esta epidemia en esta población.



## CONCLUSIÓN

El uso de la técnica de dilución con deuterio como herramienta para estimar los cambios en composición corporal, permitió hacer un análisis preciso sobre el efecto que tiene el consumo del desayuno escolar sobre el estado nutricional de los niños que lo consumen. Los resultados obtenidos indican que no se encontró evidencia que demuestre que los desayunos escolares son un factor de riesgo en la acumulación excesiva del tejido adiposo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Argimon Pallás, J. M. y J. Jiménez Villa (2004). Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Madrid, España, ELSEVIER.
- Bedogni, G., L. Iughetti, M. Ferrari, M. Malavolti, M. Poli, S. Bernasconi, y cols. (2003). "Sensitivity and specificity of body mass index and skinfold thicknesses in detecting excess adiposity in children aged 8-12 years." Annals of Human Biology **30**(2): 132-139.
- Cole, T., M. Bellizzi, K. Flegal y W. Dietz (2000). "Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey." BMJ **320**: 1240-1243.
- De Onis, M., A. Onyango y E. Borghi ( 2007). " WHO growth reference for school-aged children and adolescents." Bull OMS **85**: 660-7.
- Durnin J. y Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr 1974;32:77-97.
- Freedman, D. S. y S. Bettylou (2009). "The Validity of BMI as an Indicator of Body Fatness and Risk Among Children." Pediatrics **124**(S23): s23-s34.
- Freedman, D. S., J. Wang, C. L. Ogden, J. C. Thornton, Z. Mei, R. N. Pierson, y cols. (2007). "The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents." Annals of Human Biology **34**(2): 183-194.
- Grijalva, M. I., M. E. Valencia, M. I. Ortega y A. Vera (1999). Evaluación del impacto de un programa de desayunos escolares en el estado nutricional y el desarrollo cognitivo-motor en niños de primer grado de la zona urbana de Hermosillo, Sonora. Hermosillo, Sonora., CIAD. AC.
- Grijalva, M., M. Valencia, M. Ortega, J. Ponce, B. Pacheco, A. Robles, y cols. (2000). "Programa de desayunos escolares: evaluación sobre el impacto en el estado de nutrición, hierro y retinol sérico en niños de la zona rural sur de Sonora y zona urbana marginada de la ciudad de Hermosillo, Sonora." Servicios de salud de Sonora. Boletín Informativo **10**: 4-53.
- González-Valencia, D. G. (2005). Impacto del programa de desayunos escolares modalidad caliente, sobre el estado de nutrición de micronutrientes y composición corporal en niños de Sonora. Nutrición. Hermosillo, Sonora, México, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. **Tesis de Maestría: 77**.
- Hintze, J. (2007). NCSS, LLC. Kaysville Utah, USA.
- IAEA (2010). Introducción a la evaluación de la composición corporal mediante la técnica de dilución con deuterio, utilizando muestras de saliva analizadas por espectrometría de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR). Vienna, International Atomic Energy Agency. **12**.

- Jelliffe, D. y E. Jelliffe (1989). Community nutritional assessment; with special references to countries less technically developed. Nueva York: Oxford University Press.
- Lee, K., S. Lee, S. Y. Kim, S. J. Kim y Y. J. Kim (2007). "Percent body fat cutoff values for classifying overweight and obesity recommended by the International Obesity Task Force (IOTF) in Korean children." Asia Pac J Clin Nutr **16**(4): 649-655.
- Millimet, D., R. Tchernis y M. Husain (2008). School nutrition programs and the incidence of childhood obesity. Dallas Tx, National Bureau of Economic Research. **Working Paper 14297**
- Olaiz-Fernández, G., J. Rivera-Dommarco, T. Shama-Levy, R. Rojas, S. Villalpando-Hernández y M. Hernández-Ávila (2006). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- Ramírez, E., M. I. Grijalva-Haro, M. Valencia, J. A. Ponce y E. Artalejo (2005). "Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses " Salud Pública de México **47**(2).
- Ramírez, E., M. E. Valencia, S. Y. Moya-Camarena, H. Alemán-Mateo y R. O. Méndez (2009). "Four-compartment model and validation of deuterium dilution technique to estimate fat-free mass in Mexican youth." Nutrition **25** 194-199.
- Schanzenbach, D. (2009). "Do School Lunches Contribute to Childhood Obesity?" Journal of Human Resources **44**(3): 684-709.
- Shamah-Levy, T. (2008). "Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008." Salud pública Méx **53**(1).
- Shamah-Levy, T., L. M. Gómez-Acosta, A. Jiménez-Aguilar, M. Morales-Ruán y J. A. Rivera-Dommarco (2010). Ambiente Obesogénico. Contribución de los desayunos escolares del DIF Estado de México en el estado de nutrición. T. Shamah-Levy, M. Morales-Ruán y A. Hernández R. Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- Taylor, R. W., I. E. Jones, S. M. Williams y A. Goulding (2002). "Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3–18 y." Am J Clin Nutr **76**: 1416-21.
- Wells, J. C. K, M. S. Fewtrell, P. S. W. Davis, J. E. Williams, W. A. Coward, T. J. Cole. (2005). "Prediction of total body water in infants and children". Arch Dis Child **90**: 956-971.
- WHO (2005). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva, World Health Organization, 1995 (WHO Technical Report Series, No. 854)
- WHO (2009). AnthroPlus for Personal Computers Manual: Software for Assessing Growth of the World's Children and Adolescents [computer

program], version. Geneva, WHO. En:  
<http://www.who.int/childgrowth/software/en/>.  
Williams, D., S. Going, T. Lohman, D. Harsha, S. R. Srinivasan, L. Webber, y  
cols. (1992). "Body fatness and risk for elevated blood pressure, total  
cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents." Am  
J Public Health **82**: 358-63.

## CAPÍTULO II

# **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DEL DESAYUNO ESCOLAR Y SU ASOCIACIÓN CON RIESGO CARDIOVASCULAR EN NIÑOS SONORENSES.**

## RESUMEN

**Antecedentes:** La aparición de enfermedades cardiovasculares (ECV) inicia durante la niñez y está asociada con la genética, la obesidad así como también la inactividad física. En Sonora las ECV están dentro de las principales causas de muerte, por ello vigilar el estado cardiovascular de los niños es de vital importancia. **Objetivo:** Evaluar cambios en factores de riesgo cardiovascular de niños durante el período escolar y determinar su asociación con el consumo de desayunos escolares. **Sujetos y Métodos:** Se evaluaron un total de 46 niños divididos en dos grupos de estudio: de referencia y PDE. Se midieron los cambios en composición corporal por técnicas antropométricas y por dilución con deuterio. La dieta se analizó por recordatorio de 24hrs y se midió el perfil de lípidos sanguíneos por métodos enzimáticos colorimétricos y la actividad física (AF) por medio de registro de actividades. **Resultados:** No se encontraron cambios significativos en composición corporal, dieta y actividad física entre los grupos de estudio. Sin embargo, se presentó una ingestión elevada de energía, carbohidratos simples así como grasa saturada y grasas trans con respecto a las recomendaciones nutricionales para la población mexicana. La prevalencia de niveles altos de LDL-c fue mayor en las niñas ( $p=0.01$ ) al final del estudio. **Conclusiones:** El consumo de los desayunos escolares no causa cambios en los patrones dietéticos. Debido al tamaño de muestra no se pudo determinar si los desayunos escolares eran un factor de riesgo cardiovascular. **Palabras clave:** desayunos escolares, composición corporal, deuterio, ECV, México.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la obesidad infantil es un problema de salud pública muy grave. México no es la excepción, y de acuerdo a las encuestas nacionales sobre nutrición, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de 5 a 11 años de edad de 1998 fue de 18.6% y para el 2006 ésta aumentó a 26%, lo que representa un 40% de aumento en la prevalencia (Rivera-Dommarco y cols., 2001; Olaiz-Fernández y cols., 2006).

La presencia del sobrepeso y la obesidad en la etapa pediátrica, se asocia con la elevación de la presión arterial, las dislipidemias, y la resistencia a la insulina (Freedman y cols., 2001), los cuales se consideran factores de riesgo para el desarrollo de la aterosclerosis, y por consecuencia del riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares (Geerts y cols., 2011).

La obesidad se produce por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético, aunque en su etiología actúan también factores genéticos (Barlow y Dietz, 1998). Una dieta que excede el consumo de energía, grasa y azúcares además de estar vinculada con la ganancia de masa grasa (Ernersson y cols., 2010), se relaciona también con el desarrollo de diabetes mellitus tipo II y enfermedades cardiovasculares (Baxter y cols., 2006; Howlett y Ashwell, 2008).

La ingestión de alimentos fuera de la casa puede ser una fuente de energía adicional y debido a que los desayunos escolares proporcionan una dotación de alimentos, los participantes en este programa pueden ver modificada su alimentación y por lo tanto su estado nutricional y metabólico.

Por lo anterior, evaluar el estado bioquímico de los niños que consumen el desayuno escolar al inicio y al final del estudio es de importancia para determinar si este programa de ayuda alimentaria representa o no un factor de riesgo cardiovascular para sus beneficiarios.

En este segundo capítulo se hace un análisis de la ingestión del desayuno escolar, y su efecto sobre las variables dietéticas y de riesgo cardiovascular.



## SUJETOS Y MÉTODOS

La selección de la población y el diseño del estudio se explicaron previamente en el capítulo I. De la misma manera las mediciones antropométricas y de composición corporal.

Se tomaron en cuenta los niños que tuvieron todas las mediciones antropométricas, de composición corporal, actividad física, dietéticas y de perfil de lípidos al inicio y final del estudio. El tamaño de la muestra se redujo a 46 niños, 17 del grupo de referencia y 29 dentro del programa de desayunos escolares.

### Estudios Realizados

#### **Evaluación de la dieta**

Se llevó a cabo una evaluación dietaria utilizando el método de recordatorio de 24 horas de acuerdo a las recomendaciones de Linusson y cols. (1974). La entrevista se aplicó en dos ocasiones no consecutivas para estimar la ingestión usual de alimentos. Las entrevistas tuvieron lugar en las escuelas donde asistían los niños de estudio. Se le pidió al entrevistado (en este caso la mamá del niño y acompañada del mismo) que indicara el tipo y cantidad de alimentos que consumió durante las 24 h previas a la entrevista. Se utilizaron modelos de plástico y cartón, así como, utensilios de cocina de los cuales se tienen identificados su peso y volumen

Los datos obtenidos fueron codificados y analizados individualmente en un programa de computadora ESHA Food Processor II, versión 2007 (Hands, 2007), el cual contiene las tablas de composición de alimentos de la población norteamericana y además alimentos regionales analizados en el Centro de

Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. para tablas de composición de alimentos de la población Sonorense (Grijalva y cols., 1995; datos de alimentos analizados en el CIAD A.C. no publicados, Grijalva y cols., 2011)

### **Evaluación de la actividad física**

Se determinó el nivel de actividad física de cada uno de los participantes. Para ello se empleó un registro diario de actividad física de tres días, utilizando un formato para el registro diario de actividades diseñado y validado para adultos (Haggarty y cols., 1997) y modificado con actividades para niños por Valenzuela (2010). En el registro, el niño junto con el tutor anotaron las actividades diarias del niño por espacios de 15 minutos. Una vez entregados los registros, se revisaron para corroborar que estuvieran debidamente llenados. La actividad se clasificó dentro del rango de categorías de múltiplos de metabolismo basal, siguiendo lo reportado por FAO/OMS/UNU (FAO, 2001) de acuerdo con el sexo, peso y edad de los escolares. Una vez capturado el registro de actividad física, éste se clasificó dentro del rango de categorías de múltiplos de metabolismo basal (mMB) como actividad ligera de 1.40-1.69 (mMB), moderada 1.70-1.99 (mMB) e intensa 2.0-2.4 (mMB).

### **Biomarcadores metabólicos**

Muestras de sangre. Se tomaron muestras sanguíneas (5mL) de la vena antecubital después de 12-14 horas de ayuno. Las muestras se colectaron en tubos vacutainer con anticoagulante k<sub>2</sub> EDTA (Becton Dickinson V.S.) y se trasladaron en un recipiente con hielo. El plasma se obtuvo por centrifugación a 2400 rpm durante 20 minutos a 4°C (CS-6R centrífuga Beckman, Instruments Palo Alto, CA).

Lípidos plasmáticos. Se midió el colesterol total (CT) (Allain y cols., 1974), lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) y triglicéridos (Tg) (Wahlefeld y Bergmeyer, 1974) que se determinaron enzimáticamente mediante kits comerciales (Roche Diagnostics, Mannheim Alemania). Para cada análisis se empleó una curva estándar y sueros control certificados (Sigma Diagnostics, St. Louis Missouri), así como un estándar control CEFAS (Roche Diagnostics, Mannheim Alemania).

Para la medición de HDL-c se midió el sobrenadante después de la precipitación de las lipoproteínas conteniendo apo B (Warnick y cols., 1982). Las lipoproteínas de baja densidad (LDL-c) se determinaron con la ecuación de Friedwald y cols. (1972).

Para la clasificación del perfil de lípidos en población pediátrica se utilizaron los percentiles referidos por la NCEP (1991) los cuales están divididos por sexo y edad.

### Análisis Estadístico

Se realizaron análisis descriptivos para presentar las características de la población del estudio por consumo o no de desayuno escolar. Se evaluaron las diferencias entre grupos, en las mediciones antropométricas y de composición corporal utilizando la prueba t de Student para muestras independientes. También para las mismas variables se obtuvieron las diferencias inicio-final para cada grupo y se compararon a través de la prueba t de Student para muestras pareadas. Para los datos no normales se realizó la prueba U de Mann Whitney. Se utilizó el análisis de correlación para explorar los diferentes tipos de asociaciones entre los biomarcadores metabólicos y la dieta. Se consideraron como posibles variables confusoras la edad, el sexo, indicadores antropométricos, y actividad física. Se empleó el programa NCSS, 2007 (Hintze, 2007) para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos.

## RESULTADOS

### Evaluación Antropométrica y de Composición Corporal

En la tabla 1 se presentan las características de tamaño y composición corporal al inicio y al final del estudio.

**Tabla 1.** Características generales de tamaño corporal de niños sonorenses al inicio y final del estudio

Variable		Referencia (n= 17)	PDE (n= 29)	p <sup>†</sup>
← <i>Media ± Desviación estándar</i> →				
Edad, a	Inicio	7.37 ± 0.91	7.59 ± 0.98	0.53
	Final	7.98 ± 0.91	8.20 ± 0.98	0.54
Peso, kg	Inicio	25.5 ± 6.12	24.8 ± 4.26	0.65
	Final	27.9 ± 7.15	27.3 ± 5.04	0.75
Talla, cm	Inicio	124 ± 8.46	125 ± 5.81	0.73
	Final	128 ± 8.55	128 ± 5.97	0.80
Z (T/E)	Inicio	0.15 ± 1.11	0.13 ± 0.86	0.94
	Final	0.20 ± 1.14	0.15 ± 0.89	0.86
Z (P/E)	Inicio	0.32 ± 1.45	0.11 ± 0.89	0.54
	Final	0.36 ± 1.46	0.20 ± 0.92	0.64
IMC, kg/m <sup>2</sup>	Inicio	16.3 ± 2.62	15.8 ± 1.67	0.37
	Final	16.6 ± 2.74	16.2 ± 1.88	0.52
Z (IMC)	Inicio	0.32 ± 1.42	0.01 ± 0.87	0.36
	Final	0.35 ± 1.38	0.13 ± 0.88	0.52
PCT, mm	Inicio <sup>‡</sup>	9.8 (9.3, 12.9)	9.0 (8.0, 10.8)	0.10
	Final	13.1 ± 4.77	12.0 ± 4.05	0.41
PCS, mm	Inicio	7.43 ± 3.74	6.85 ± 2.25	0.51
	Final	9.23 ± 4.73	8.40 ± 2.86	0.46

<sup>‡</sup>Mediana, entre paréntesis rango intercuartílico.

<sup>†</sup>Diferencia entre grupos probada a p <0.05, a través de t de Student para dos muestras y U de Mann Whitney para datos no normales.

T/E: talla para la edad, P/E: peso para la edad, IMC: índice de masa corporal, PCT: pliegue cutáneo tricipital, PCS: pliegue cutáneo subescapular.

## Evaluación Dietética

El análisis de resultados de la evaluación dietética tanto en la casa como fuera de ella, demostró que no se observaron diferencias significativas tanto en el consumo de macro como de micronutrientes entre el grupo de referencia y el grupo del desayuno escolar (Tabla 2). El consumo de energía promedio para el grupo de referencia fue de 1782 kcal, mientras que el grupo del PDE consumió sólo 14 kcal más. Sin embargo, considerando las recomendaciones de energía para la población mexicana de este grupo de edad (Valencia, 2008), se puede observar que ambos grupos consumen una cantidad superior.

En cuanto a la ingestión de proteínas, los dos grupos tienen un consumo adecuado (13.8% de referencia vs 14.4% PDE). Un aspecto importante de la dieta de los niños lo constituyen los carbohidratos, la recomendación indica que del total de las calorías ingeridas diariamente del 55 al 60% debe de provenir de éstos y que menos del 15% deben ser carbohidratos simples. Los resultados de este estudio señalan que los dos grupos de estudio tienen consumos de carbohidratos simples por arriba del 20% (Tabla 2). Cabe destacar que (de acuerdo a los valores máximos) se observaron casos en los que del total de la energía provista por los carbohidratos, el 50% fue aportado por azúcares simples.

A pesar de tener un consumo elevado de carbohidratos simples, un aspecto positivo observado fue el que los niños consumen una cantidad adecuada de fibra dietaria, en promedio 18 gramos diarios.

El consumo de grasa fue similar en ambos grupos y superior al 30% recomendado, es de resaltar que se observaron casos en los cuales este porcentaje aumentó hasta 40% en algunos casos. En la distribución del tipo de grasa consumida, la grasa saturada fue la que se encontró en mayor proporción con 12.7 y 12.3%, para el grupo de referencia y el PDE respectivamente. Por el contrario la grasa poliinsaturada considerada benéfica para la salud

cardiovascular fue inferior a la recomendación. El consumo de grasas trans fue del 2% del total de las calorías consumidas. De acuerdo a estudios clínicos y epidemiológicos el daño que producen estas grasas es igual o mayor que el de las grasas saturadas, por ello se recomienda que su consumo sea prácticamente cero.

Asimismo, la relación poliinsaturados/saturados fue muy baja ( $<1$ ) lo que indica que la dieta tiene características aterogénicas. En comparación con la recomendación nutricional, el promedio de consumo de colesterol fue levemente superior al recomendado en ambos grupos, siendo mayor en el grupo del PDE. Sin embargo, cabe destacar que existieron casos en los que el consumo de colesterol superó las recomendaciones en un 100% (Tabla 2).

**Tabla 2.** Consumo de nutrimentos de los niños del grupo de referencia y del PDE, ciclo escolar 2010-2011

Nutrimento <sup>a</sup>	Recomen dación <sup>b</sup>	Referencia n= 17	PDE n= 29	p <sup>c</sup>
Energía	1388	1782 ± 508 (1132-2822)	1796 ± 334 (877-2243)	0.90
Proteínas, %	10-15	13.8 ± 2.41 (9.8-18.8)	14.4 ± 2.58 (8.5-19.7)	0.43
Carbohidratos, %	55-60	52.8 ± 5.29 (46.9- 66.7)	52.0 ± 5.59 (43.5-63.0)	0.64
Azúcar, %	<15	23.4 ± 6.90 (6.87-33.8)	22.8 ± 5.15 (12.0-32.3)	0.72
Fibra, g	18	18.5 ± 8.32 (7.79-32.1)	18.1 ± 8.01 (5.90-32.7)	0.88
Fibra soluble, g		3.99 ± 2.39 (0.4-7.67)	3.93 ± 2.31 (0.68-11.8)	0.92
Fibra insoluble, g		9.01 ± 5.7 (0.28-19.48)	8.78 ± 4.55 (1.13-17.05)	0.88
Grasas, %	25-30	34.3 ± 3.53 (27.0-38.7)	32.0 ± 4.07 (24.9-40.9)	0.06
Saturadas, %	<7	12.7 ± 2.2 (8.86-16.8)	12.3 ± 2.82 (7.56-18.9)	0.46
Monoinsaturadas, %	Por diferencia	9.88 ± 2.60 (5.68-15.5)	8.18 ± 2.22 (3.75-12.0)	0.07
Poliinsaturadas, %	6-10	5.16 ± 2.04 (2.10-7.96)	4.67 ± 2.22 (1.84-10.20)	0.68
Trans, %	<1	2.34 ± 1.35 (0.18-5.2)	2.02 ± 1.22 (0.28-4.99)	0.68
Omega 3, %	1-2	0.58 ± 0.34 (0.23-1.39)	0.61 ± 0.38 (0.15-1.48)	0.77
Omega 6, %	5-8	3.55 ± 1.49 (1.85-7.37)	3.09 ± 1.61 (1.15-6.88)	0.34
Colesterol, mg	<300	333 ± 230 (36.5-995)	376.8 ± 206 (15.0-810)	0.51
P/S	>1	0.42 ± 0.20 (0.12-0.80)	0.39 ± 0.20 (0.13-0.83)	0.65

<sup>a</sup>Media ± DE, entre paréntesis valores mín. y máx.

P/S: relación de grasas poliinsaturadas entre grasas saturadas

<sup>b</sup>Calorías basadas en los requerimientos de energía de niños y niñas de 7-8 años de edad, con actividad física ligera, (Valencia, 2008). Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana (Bourgues, y cols., 2008)

<sup>c</sup>Diferencia entre grupos probada a p <0.05 a través de t-Student para muestras independientes y U de Mann Whitney para datos no normales.

Se determinaron los alimentos de mayor consumo, dentro y fuera del hogar, considerando la frecuencia con la que se ingieren, la información se muestra en la tabla 3. El alimento más consumido por ambos grupos, fue el aceite vegetal, empleado para la preparación de los alimentos en casa, con un promedio de 5 g/día. Llama la atención que poco más de la mitad de los niños pertenecientes al grupo del desayuno escolar incluye dentro de su dieta diaria en promedio 300 ml/día de bebidas endulzadas, siendo éste el segundo alimento más consumido. Para los niños del grupo de referencia el segundo alimento más consumido fue la tortilla de maíz con 90 g/día. Ambos grupos consumieron poco más de 140 g de frijol al día.

Los productos a base de harinas refinadas están presentes en diferentes alimentos en la dieta de ambos grupos de estudio. Algunos de estos productos fueron las tortillas de harina, el pan blanco, el cereal de caja, las galletas, los pasteles y los productos de panadería.

Los alimentos aportadores de proteína en la dieta fueron el frijol, la leche entera, el huevo, la carne de res, los embutidos, el queso chihuahua y el queso fresco. Destaca que la mayoría de estos alimentos sean de origen animal y que además sean alimentos de alto contenido de grasa, especialmente grasa saturada.

La encuesta dietética permitió observar que el 10% de los escolares realizaban un doble desayuno (en casa más el desayuno escolar). Asimismo, un 17% de los niños desayunaba en casa y el desayuno escolar lo tomaba como un refrigerio durante el tiempo de recreo. Otro punto importante observado durante la investigación fue que los niños no acuden diario a consumir el desayuno escolar. Cabe destacar que la leche de vaca semidescremada (1.6% grasa) repartida por el DIF es uno de los alimentos con mayor frecuencia de consumo en la dieta de los beneficiarios de este programa. A pesar de que el desayuno escolar consta de leche semidescremada, galletas y frutas secas, estos dos últimos productos no tiene la misma frecuencia de



ingestión que la leche DIF. Las galletas integrales al igual que las frutas secas que forman parte del desayuno escolar quedaron situadas en la posición 23 y 29 de la frecuencia de consumo, esto podría indicar que dichos alimentos no son ingeridos diariamente.

**Tabla 3.** Distintos tipos de alimentos que conforman la dieta, su frecuencia y promedio de consumo

Referencia			Desayuno escolar		
Alimento	% de la población que lo consumió	g/día/niño	Alimento	% de la población que lo consumió	g/día/niño
Aceite vegetal	70.0	5.0	Aceite vegetal	73.3	4.87
Tortilla de maíz	52.5	90.0	Bebidas endulzadas	53.3	306
Frijol	52.5	142	Frijol	53.3	141
Leche entera	50.0	478	Tortilla de maíz	51.6	97.6
Tortilla de harina	50.0	69.3	Pan blanco	45.0	61.2
Bebidas endulzadas	42.5	321	Leche entera	43.3	344
Galletas	40.0	53.1	Cereal de caja	41.6	63.1
Huevo	40.0	105	Tortilla de harina	41.6	81.0
Cereal de caja	35.0	87.3	Huevo	41.6	88.2
Carne de res	32.5	53.8	DIF leche natural	36.6	333
Refresco	32.5	743	Carne de res	35.0	48.1
Embutidos de pavo	32.5	42.6	Embutidos de pavo	35.0	48.8
Pasteles y pan dulce	25.0	60.0	Refresco	35.0	208
Azúcar	25.0	11.8	Puré de tomate	31.6	31.8
Queso chihuahua	25.0	29.0	Margarina	31.6	10.8
Pan blanco	22.5	62.8	Galletas	31.6	63.6
Tomate rojo fresco	22.5	62.1	Pasta	26.6	59.4
Arroz	22.5	81.3	Papas	26.6	63.1
Papas	22.5	78.7	Sal	26.6	0.76
Queso fresco	22.5	36.4	Pasteles y pan dulce	26.6	54.0

### Actividad Física

La actividad física fue otra de las variables evaluadas, en la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos. El nivel de actividad física se clasificó en elevado, moderado y ligero de acuerdo a lo señalado por la FAO/WHO/UNU (2001). Los niños de ambos grupos se clasificaron dentro de actividad ligera, sin observarse diferencias significativas.

A pesar de que el método utilizado para recabar la información sobre la realización de actividad física no se encuentra validado para población escolar, un análisis de correlación realizado entre la actividad física y el porcentaje de grasa corporal obtenido por la técnica de dilución mostró una asociación negativa, pero no significativa ( $r = -0.26$ ;  $p = 0.07$ ) (Figura 1).

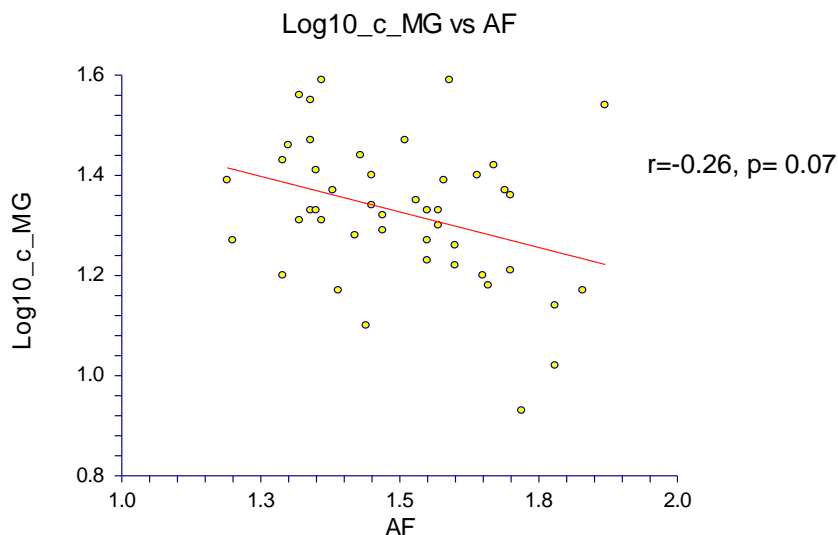
**Tabla 4.** Nivel de actividad física de los niños del grupo de referencia y los niños del grupo del PDE

<b>Parámetro</b>	<b>Referencia n= 17</b>	<b>Desayuno escolar n= 29</b>
<b>Actividad física (mMB<sup>a</sup>)</b>	1.49 ± 0.17 (1.19-1.87)	1.50 ± 0.16 (1.2-1.83)

<sup>a</sup>mMB: múltiplos del metabolismo basal

Clasificación: 1.40-1.69 actividad ligera, 1.70-1.99 actividad moderada, 2.0-2.40 actividad intensa (FAO/WHO/ UNU, 2001).

Diferencia entre grupos probada a  $p < 0.05$  a través de una prueba t de student para muestras independientes, no significativo.



**Figura 1.** Relación entre el porcentaje de masa grasa\* y la actividad física.

\*Conversión logarítmica para su análisis.

### Biomarcadores Metabólicos

Para el análisis del perfil de lípidos se dividió a los escolares además de los grupos de referencia y PDE, también por sexo, por lo que el tamaño de muestra para cada grupo disminuyó aún más. Los resultados se muestran en las tablas 6 y 7. Los valores promedio de colesterol total, tanto de niños como de las niñas en ambos grupos, se encontraron dentro del rango considerado como normal para este grupo de edad de acuerdo al Programa Nacional del Colesterol en Estados Unidos (NCEP,1991). Sin embargo, es de hacer notar que al inicio del estudio 30% del total de los niños presentó valores por encima del percentil 90, es decir hipercolesterolemia. Asimismo, al comienzo del estudio las niñas del grupo de referencia tuvieron niveles de colesterol total significativamente mayores que el grupo de PDE ( $p < 0.03$ ). Para el final del ciclo escolar, se observó una disminución en los niveles tanto por grupos como por sexo.

Respecto a los niveles de triglicéridos, un aspecto importante observado fue que al comienzo del estudio los varones de ambos grupos presentaron en promedio valores normales de triglicéridos (Tabla 7), mientras que en las niñas se detectó la presencia de hipertrigliceridemia (valores promedio por encima del percentil 90 para la edad). Al finalizar el estudio los varones de ambos grupos tuvieron un aumento en sus concentraciones que no fue estadísticamente significativo, pero que los situó por encima del percentil 90 y con ello en riesgo metabólico. En el caso de las niñas, se observó que las del grupo de referencia aumentaron sus concentraciones y por el contrario las del grupo del PDE disminuyeron, observándose diferencias significativas entre los grupos en esta etapa ( $p < 0.01$ ). En general, cabe destacar que las niñas tuvieron cifras más altas de triglicéridos que los niños.

**Tabla 5.** Valores séricos del perfil lipídico considerados de riesgo metabólico, en niños menores de 9 años de edad, de acuerdo al Programa Nacional de Educación en Colesterol (NCEP, 1991)

	Percentil $\geq 90$ (mg/dL)			Percentil $\leq 10$ (mg/dL)
	CT	Tg	LDL-c	HDL-c
<b>Niños</b>	>197	>88	>121	<43
<b>Niñas</b>	>200	>93	>129	<39

CT: Colesterol total, Tg: triglicéridos totales, LDL-c: lipoproteína de baja densidad, HDL-c: lipoproteína de alta densidad.

**Tabla 6.** Valores séricos del perfil de lípidos de las niñas del grupo de referencia (n=7) y el grupo del PDE (n=16), al inicio y final del estudio

Indicador (mg/dL)	Inicio	Final	Cambio	p <sup>1</sup>
	← <i>Media ± desviación estándar</i> →			
<b>CT</b>				
Referencia	198 ± 22.1 <sup>a</sup>	149 ± 29.0	-49.5 ± 40.1	0.08
PDE	170 ± 29.4 <sup>b</sup>	148 ± 29.6	-22.6 ± 29.1	
<b>Tg</b>				
Referencia	102 ± 2.65	110 ± 29.5 <sup>a</sup>	7.31 ± 42.2	0.16
PDE	97.1 ± 28.7	81.7 ± 22.0 <sup>b</sup>	-15.4 ± 32.1	
<b>HDL-c</b>				
Referencia	57.9 ± 10.4	48.0 ± 9.31	-10.9 (-11.31, -8.66) <sup>‡</sup>	0.63
PDE	60.0 ± 23.1	44.3 ± 8.26	-7.52 (-22.5, -4.3) <sup>‡</sup>	
<b>LDL-c</b>				
Referencia	120 ± 21.0	79.1 ± 25.0	-41.0 ± 37.4	0.03
PDE	91.3 ± 39.5	87.5 ± 27.0	-3.84 ± 36.1	
<b>VLDL-c</b>				
Referencia	20.5 ± 6.52	22.0 ± 5.90 <sup>a</sup>	1.46 ± 8.44	0.16
PDE	19.4 ± 5.75	16.3 ± 4.40 <sup>b</sup>	-3.09 ± 6.42	

‡Mediana, entre paréntesis rangos intercuartílicos

<sup>1</sup>Diferencia de los cambios, entre grupos probada a p <0.05, a través de una t-Student para dos muestras independientes

<sup>a,b</sup> diferencias entre grupos, probada a p <0.05, a través de una t-Student para dos muestras independientes

CT: colesterol total, Tg: triglicéridos totales, HDL-c: lipoproteína de alta densidad, LDL-c: lipoproteína de baja densidad, VLDL-c: lipoproteína de muy baja densidad.

Los niveles promedio de HDL-c en las niñas al iniciar el estudio se encontraron en el rango del percentil 25 y 75 (Tabla 6). Sin embargo, un 30% de las niñas tuvieron valores por debajo del 10 percentil considerado de riesgo; los varones por su parte (Tabla 7), iniciaron con valores promedio (56 mg/dL) situados entre el percentil 25 y el 50 con un 26% de niños por debajo del percentil 10 (Figura 2). Al finalizar el estudio, ambos grupos (niños y niñas) disminuyeron aún más sus valores promedio (Tabla 6 y 7) por lo que la proporción de niños por debajo del percentil 10 aumentó a aproximadamente 50% en ambos sexos (Figura 2).

En cuanto a las concentraciones de LDL-c se encontraron dentro del rango normal para la edad en ambos grupos y también por sexo (Tabla 6 y 7),

sin embargo, se observó un 23% de los niños y 22% de las niñas por arriba del percentil 90 (Figura 2). Al finalizar el período escolar se observó una disminución significativa de la concentración de esta lipoproteína en ambos grupos beneficiando el perfil de lípidos (Tabla 6 y 7).

Respecto a la lipoproteína VLDL-c, las concentraciones sanguíneas fueron significativamente menores en las niñas del grupo del desayuno escolar, mientras que los niños de ambos grupos tuvieron un aumento en estas cifras al final del estudio (Tabla 6 y 7).

En la figura 2 se muestra un análisis de cambios en riesgo cardiovascular considerando sólo el género. La prevalencia de hipercolesterolemia en los niños disminuyó a 13% y en las niñas se redujo en un 100%. La hipertrigliceridemia fue un problema observado tanto en niños (35%) como en niñas (48%). Al final del período la proporción de niños se elevó a 39% y la de niñas disminuyó 9 puntos porcentuales. La prevalencia de niveles bajos de HDL-c aumentó alrededor del 50 % tanto en niños como en niñas. La proporción de niños con altos niveles de LDL-c fue mayor en ambos periodos del estudio en comparación con las niñas, siendo esta proporción significativa ( $p=0.01$ ).

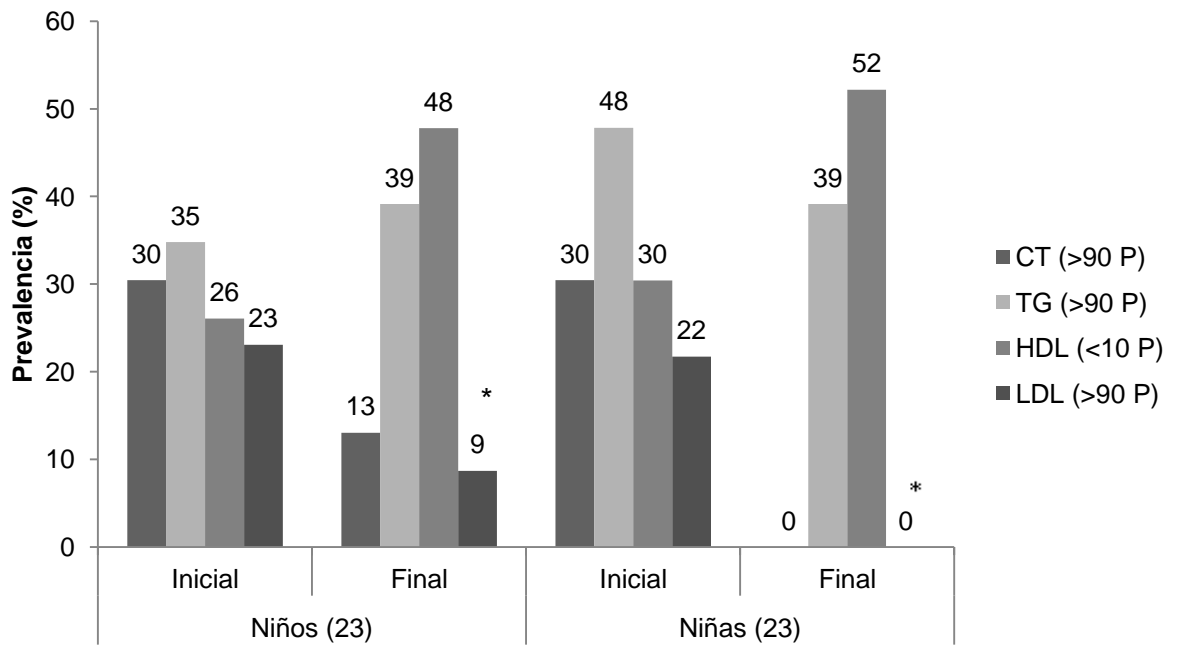
**Tabla 7.** Valores séricos del perfil de lípidos de los niños del grupo de referencia (n= 10) y el grupo del PDE (n=13), al inicio y final del estudio

Indicador (mg/dL)	Inicio	Final	Cambio	P <sup>1</sup>
	← <i>Media ± desviación estándar</i> →			
<b>CT</b>				
Referencia	177 ± 33.3	152 ± 37.9	-24.8 ± 44.9	0.53
PDE	171 ± 33.0	156 ± 28.7	-14.5 ± 34.0	
<b>Tg</b>				
Referencia	80.6 ± 28.9	92.1 ± 29.4	16.9 (-13.75, 40.3) <sup>‡</sup>	0.49
PDE	77.3 ± 21.2	91.7 ± 67.0	6.52 (-24.42, 27.3) <sup>‡</sup>	
<b>HDL-c</b>				
Referencia	56 ± 9.59	51.7 ± 11.7	-4.25 ± 9.92	0.60
PDE	55.8 ± 15.2	55.5 ± 20.7	-0.36 ± 21.4	
<b>LDL-c</b>				
Referencia	105 ± 31.9	80.9 (65.0, 84.4) <sup>‡</sup>	-22.9 ± 46.7	0.75
PDE	99.8 ± 36.0	88.41 (69.9,108) <sup>‡</sup>	-17.0 ± 42.1	
<b>VLDL-c</b>				
Referencia	16.1 ± 5.78	18.4 ± 5.88	3.38 (-2.75, 8.07) <sup>‡</sup>	0.49
PDE	15.4 ± 4.24	18.3 ± 13.4	1.3 (-4.88, 5.47) <sup>‡</sup>	

‡Mediana, entre paréntesis rangos intercuartílicos

<sup>1</sup>Diferencia de los cambios, entre grupos probada a p <0.05, a través de una t-Student para dos muestras independientes

CT: colesterol total, Tg: triglicéridos totales, HDL-c: lipoproteína de alta densidad, LDL-c: lipoproteína de baja densidad, VLDL-c: lipoproteína de muy baja densidad.

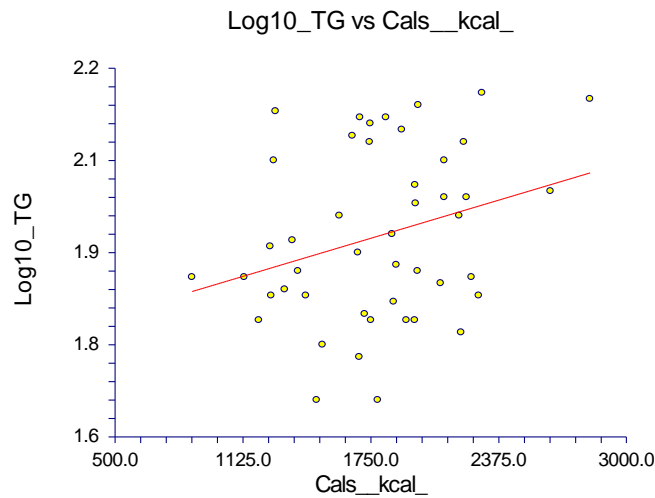


**Figura 2.** Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular al inicio y al final del estudio.

Diferencia entre grupos probada a  $p < 0.05$ , a través de una chi-cuadrada entre grupos y etapas.



Al analizar las asociaciones entre dieta y los factores de riesgo metabólico, se observó que el consumo de calorías tuvo una asociación significativa ( $r=0.55$ ;  $p=0.01$ ), con los niveles de triglicéridos sanguíneos, ajustada por actividad física, edad, sexo e IMC para la edad (Figura 3).



**Figura 3.** Asociación entre los niveles de triglicéridos sanguíneos\* e ingestión energética.

\*Conversión logarítmica para su análisis  
Ingestión energética y triglicéridos corregidos por la varianza intra e interindividual.

## DISCUSIÓN

Al igual que en el capítulo uno, en este análisis no se observaron diferencias significativas en la ganancia de masa grasa entre el grupo de referencia y el grupo del programa de desayunos escolares.

La evaluación de la dieta, permitió detectar que un 10% de los niños beneficiarios del PDE consumen un “doble desayuno”. Este porcentaje fue inferior al reportado por Grijalva y cols. (1999) quienes observaron que cerca del 50 al 60% de los niños del PDE comían en su casa antes de llegar a la escuela.

En este estudio, 17% de los escolares consumió como refrigerio el desayuno escolar. Esta característica es especialmente importante ya que el aporte de energía establecido para el tiempo de desayuno es de 25%, mientras que una colación debe aportar el 15% (SSA, 2010). Los desayunos escolares avalados por el CIAD A.C., aportan aproximadamente 20% de energía, lo cual puede sugerir que el 17% de los niños del PDE tuvieron un 5% de calorías adicionales. Sin embargo, el consumo del desayuno escolar en este estudio no causó un impacto negativo sobre el estado nutricional, al no aumentar más la ingestión calórica de los escolares. No obstante, el análisis de la dieta determinó que la ingestión de energía es superior a las recomendaciones nutricionales tanto para el grupo de referencia como para el grupo del PDE (Valencia, 2008). En ese sentido, se reconoce que la exposición a dietas hipercalóricas puede llevar a largo plazo a una acumulación excesiva de tejido adiposo (Rodríguez-Artalejo y cols., 2002).

Más de la mitad de la energía consumida por los escolares, provienen de carbohidratos, considerándose adecuado desde el punto de vista de la recomendación (55-60% de total de calorías). Sin embargo, cerca de la mitad de esta energía proviene de carbohidratos simples. Los carbohidratos simples

son una fuente rápida de energía y consumidos en exceso pueden almacenarse como grasa, por ello se dice que promueven el sobrepeso y la obesidad (Malik y cols., 2006), así mismo se les relaciona con una elevación de los triglicéridos séricos (Howard y Wylie-Rosset, 2002).

Uno de los aspectos importantes en relación a los desayunos escolares repartidos por el DIF es que se pensó que al proporcionarlos podrían incidir en que los niños modificaran su conducta alimentaria, de tal manera que fueran capaces de elegir alimentos más saludables (Grijalva y cols., 1999). Esta observación se ha reportado en otros programas de desayunos escolares en donde los niños participantes tendían a comprar en menor cantidad otros productos en la escuela (Gleason y cols., 2009). Sin embargo, este estudio muestra que a pesar de que se consume un desayuno escolar equilibrado, el consumo de carbohidratos simples es elevado.

Los principales alimentos aportadores de carbohidratos simples tanto en los niños del grupo de referencia como de los del PDE fueron las bebidas azucaradas además de los refrescos de cola; también las harinas refinadas en la forma de pan blanco, galletas comerciales y cereal infantil de caja. El consumo de estos alimentos no sólo se debe a la preferencia de los niños por el sabor dulce, sino también la alta disponibilidad de ellos tanto en la escuela como fuera de ella. De acuerdo con una encuesta realizada por la SEP, dentro de las escuelas el 56% de los escolares compra bebidas endulzadas y el 46% compra galletas, pasteles y postres (SEP, 2010). Diversos estudios han sugerido que la ingestión de bebidas azucaradas promueven el sobrepeso y la obesidad (Malik y cols., 2006; Barquera y cols., 2010). Así, Denova-Gutierrez y cols. (2008) encontraron que adolescentes mexicanos que tomaban una bebida azucarada diariamente presentan en promedio un incremento de 0.33 unidades ( $p < 0.001$ ) en el IMC. Además se observó que la ingestión de al menos tres bebidas con endulzantes calóricos, incrementó el riesgo de padecer sobrepeso u obesidad en 2.1 veces, respecto a quienes sólo consumían una bebida al día.

En otro estudio longitudinal de dos años de duración se encontró que la ingestión de bebidas azucaradas explicaba en un 3.5% la ganancia en el IMC-z (Blum y cols., 2005).

El abastecimiento de energía a partir de proteínas fue adecuado. Los alimentos ricos en proteína generalmente también son aportadores de otros nutrientes tales como el calcio, hierro, zinc, vitamina A, complejo B entre otros. Por ello, se sugiere que hay una relación entre el consumo adecuado de proteínas y la presencia de dichos micronutrientes. Los principales alimentos aportadores de proteína en la dieta de los escolares fueron el frijol, la leche, el huevo y la carne. Varios estudios han descrito que la ingestión de este tipo de alimentos está disminuyendo, o está siendo sustituida por otros productos de escaso valor nutricional, tal es el caso de la leche, la cual se ha reemplazado por jugos procesados y refrescos (Blum y cols., 2005; Del-Rea y cols., 2005). En este sentido, un aspecto positivo de la dieta de los niños, es que a pesar del elevado consumo de carbohidratos simples en forma de bebidas azucaradas, aún conservan alimentos importantes como la leche y el huevo, aportadores de proteína de alta calidad y del frijol que son buena fuente de energía, proteína y fibra.

La energía proveniente de las grasas consumidas por los escolares fue elevada respecto de la recomendación nutricional (34% el grupo de referencia vs 32% del PDE). Los resultados coinciden con los datos reportados en otros estudios realizados en la región para niños y adultos (Valencia y cols., 1998; Ballesteros y cols., 2001; Valenzuela-Calvillo, 2010; González, 2008). Dentro de las grasas, los ácidos grasos saturados son los que se encuentran en mayor proporción (12-13%). Estas grasas se consideran dañinas para la salud cardiovascular, puesto que elevan las lipoproteínas LDL-C que son las que se alojan en las arterias e inician el proceso de aterosclerosis. Por el contrario, el consumo de grasas poliinsaturadas consideradas benéficas fue muy bajo, por ello la relación P/S considerada un indicador dietario de riesgo cardiovascular

se encontró disminuida ( $<1$ ). Un punto importante también fue el consumo de grasas trans las cuales proporcionan más del 2% de las calorías totales. Estas grasas son principalmente de origen industrial y provocan un daño igual o mayor que las grasas saturadas, por ello la OMS (Uauy y cols., 2009), recomienda que el consumo sea menor del 1%. Los alimentos aportadores de este tipo de grasas fueron el aceite, el queso para quesadillas, la margarina, el huevo, los embutidos, la leche, la carne, las tortillas de harina, las galletas, y los alimentos fritos, como las papas.

Entre los 20 alimentos más consumidos por esta población las verduras y las frutas no tuvieron presencia. Este dato podría indicar un bajo consumo de vitaminas y minerales necesarios para el crecimiento y desarrollo adecuado de los escolares. El patrón dietario obtenido en esta población es similar al reportado por Valencia y cols. (1998) y por González (2008), para la población sonoreNSE, donde los principales alimentos consumidos fueron las leguminosas, los cereales, los productos cárnicos, los embutidos, el huevo, la leche, así como los refrescos embotellados.

La dieta tiene una participación importante en el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares. Varios estudios han demostrado relaciones positivas entre el consumo de algunos nutrimentos, con el aumento de las concentraciones séricas de triglicéridos y disminución de HDL-c. Así, el consumo de azúcares simples, grasas saturadas, y un bajo consumo de fibra, se han asociado con las dislipidemias (Welsh y cols., 2010). Posiblemente el tamaño de muestra no permitió observar asociaciones entre el consumo de algunos nutrientes y los indicadores del perfil de lípidos. Sin embargo, las cantidades ingeridas de azúcares simples, grasas saturadas y grasas trans, sobrepasaron las recomendaciones nutricionales, y constituyen un factor de riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular.

La correlación positiva observada entre la ingestión energética y los niveles de triglicéridos sanguíneos, podría deberse a que la energía es el reflejo

del consumo de la dieta total. Esto podría indicar que la asociación de biomarcadores de riesgo cardiovascular y patrones alimentarios podría explicar de mejor manera las interacciones existentes entre ambas.

La actividad física realizada por el grupo de referencia y por el grupo del desayuno escolar no fue diferente estadísticamente, sin embargo, se observó que en ambos grupos predominaron las actividades ligeras. El sedentarismo en la población escolar mexicana ya se ha reportado en otros estudios, donde el ambiente generado en las escuelas de educación básica primaria disminuye la realización de actividades físicas moderadas y vigorosas (Jennings-Aburto y cols., 2009). A pesar de que el método por el cual se midió la actividad física en este trabajo no está validado para su aplicación en escolares, la relación inversa observada entre la actividad física y el porcentaje de grasa podría indicar que la poca actividad física que realizan los niños es un factor de riesgo para presentar un exceso de tejido adiposo.

Debido a la disminución del tamaño de muestra los resultados del perfil de lípidos en relación a los desayunos escolares no pueden ser concluyentes. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre el grupo de referencia y el grupo del PDE, por lo que se podría pensar que el desayuno escolar no aumenta el riesgo cardiovascular en los niños.

En términos generales se detectó que un 30% de los niños de ambos sexos iniciaron el estudio con valores elevados de colesterol total, asimismo, un 23% presentó niveles elevados de LDL-C. En ambos casos al final del estudio las proporciones de niños con valores elevados disminuyeron totalmente en el caso de las mujeres y en los varones se redujo notablemente a 13% en CT elevado y 9 % con LDL-C elevado (Figura 2).

Uno de los principales problemas observados fue la presencia de hipertrigliceridemia tanto en mujeres (48%) como en hombres (35%), además de una elevada proporción (23-30%) de niños con valores por debajo del percentil 10 de HDL-C. Al finalizar el estudio, la proporción de niños con

hipertrigliceridemia permaneció elevada, en cambio se observó un aumento de casi un 50% en la proporción de niños con niveles bajos de HDL-c. En diferentes estudios realizados en población sonorense, se ha observado un patrón similar de concentraciones de HDL-c bajas, tanto en personas adultas como en niños (Ballesteros y cols., 2001; Valenzuela-Calvillo, 2010). Dentro de los factores que modifican estas concentraciones, están desde luego los factores genéticos, la dieta y la actividad física. En este caso se observó, que los niños tienen una dieta elevada en grasa saturada y en grasas trans, así como también un consumo elevado de carbohidratos simples, además de la poca actividad física que realizan. Todos estos factores aunados posiblemente a un factor genético, pueden explicar el patrón de lípidos encontrado. Los valores de HDL-C reportados para la población mexicana y sonorense son similares a los reportados para la población turca, los cuales se consideran entre los más bajos del mundo. Manhey y cols. (2001) estudiando a la población de Turquía encontraron que una de las causas por las cuales se presentan niveles bajos de HDL-c es la carga genética, la cual está implicada en la regulación de los niveles de esta lipoproteína.

Las concentraciones altas de triglicéridos, colesterol total, lipoproteínas de baja densidad, así como los niveles bajos de lipoproteína de alta densidad se han asociado con un aumento en el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares. Algunos estudios longitudinales han mostrado que los niños que presentan altas concentraciones de lípidos y lipoproteínas de baja densidad, tienden a mantener ese perfil en la edad adulta (Daniels y Greers, 2008; Juonala y cols., 2008). La alta prevalencia de factores de riesgo a edades tan cortas de la vida resulta muy preocupante pues es a esta edad donde inicia el proceso de aterosclerosis; de sostenerse puede desencadenar en enfermedades cardiovasculares a una edad temprana de la vida.

## CONCLUSIONES

1. Debido a que la composición nutricional de los desayunos escolares en cada estado de la república Mexicana es diferente, estos resultados sólo son representativos de los desayunos fríos repartidos por el DIF en el Estado de Sonora. La ganancia de masa grasa del grupo de referencia (870 g) fue similar a la ganancia de los niños del PDE (1000 g) ( $p=0.53$ ) por lo que se concluye que los desayunos escolares no son la causa principal de este aumento.
2. La dieta de los niños de ambos grupos de estudio presenta características aterogénicas y promotoras de obesidad con consumos elevados de carbohidratos simples, grasa saturada y grasa trans, todo ello combinado con una baja actividad física. Así, es posible que estos sean unos de los principales factores involucrados en la etiopatogenia de la obesidad, y de la prevalencia elevada de factores de riesgo cardiovascular en la población infantil estudiada.
3. Las dietas de ambos grupos de estudio tuvieron características similares en cuanto a distribución de la energía, así como también de los principales alimentos consumidos, por ello se concluye que los desayunos escolares no promueven hábitos alimenticios incorrectos, pero tampoco hábitos alimentarios correctos.
4. Uno de los problemas detectados en este estudio fue la deserción de los escolares en el PDE, este fenómeno podría explicarse a través del rechazo de los desayunos por parte de los beneficiarios debido a la monotonía que estos generan.



5. Debido al tamaño de muestra no se puede concluir si los desayunos escolares causan o no riesgo cardiovascular. Sin embargo, llama la atención la presencia de dislipidemias a temprana edad.

## LIMITACIONES

1. El número de niños evaluados en la segunda etapa se redujo sustancialmente por lo que la información obtenida sobre riesgo cardiovascular no es concluyente respecto a los desayunos escolares.
2. Los resultados sobre los desayunos escolares sólo es representativo de la población urbana de Hermosillo, por lo que en población rural, los resultados podrían ser diferentes.
3. Debido a que las encuestas dietarias se llevaron a cabo en los meses con temperaturas bajas en Hermosillo, el consumo del agua natural así como de las bebidas azucaradas puede haber sido subestimado
4. La asociación entre biomarcadores de riesgo cardiovascular y no sólo de nutrientes aislados sino con patrones alimentarios podría explicar de mejor manera las interacciones existentes.

## FORTALEZA

Existen pocos estudios a nivel nacional que evalúen programas de intervención nutricional. Este trabajo es el primero en nuestro conocimiento que utiliza la técnica de dilución con deuterio para estimar de manera más exacta los cambios en la composición corporal de los niños beneficiarios del PDE.

## RECOMENDACIONES

Las escuelas como instituciones donde los niños pasan gran parte del día, pueden ser lugares clave en la modificación de hábitos alimentarios, así como de actividad física. La implementación de políticas y programas de alimentación que incidan directamente sobre el estado nutricional de una población deben tomar en cuenta determinantes del estado nutricional así como determinantes socioeconómicas y culturales, para que cumplan de manera efectiva los objetivos propuestos.

La participación tanto de los directivos, del personal docente, así como de los padres de familia es primordial para el buen funcionamiento del programa, siempre y cuando se sigan los lineamientos establecidos por el mismo.

Es necesaria la orientación nutricional a los padres de familia y a los niños, en donde se planteen acciones orientadas a modificar hábitos alimentarios y estilos de vida para disminuir los problemas de sobrepeso y obesidad que actualmente existen.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allain, C., L. Poon, S. Chan-Cicely, W. Richmond y P. Fu (1974). "Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol." Clin Chem **20**(4): 470-475.
- Ballesteros, M., R. Cabrera, M. Saucedo, G. Yepiz-Plascencia, M. Ortega y M. Valencia (2001). "Dietary Fiber and Lifestyle Influence Serum Lipids in Free Living Adult Men." Journal of the American College of Nutrition **20**(6): 649-655.
- Barlow, S. E. y W. H. Dietz (1998). "Obesity Evaluation and Treatment: Expert Committee Recommendations." Pediatrics **102**(3): e29.
- Barquera, S., F. Campirano, B. Anabelle, L. Hernández-Barrera, J. A. Rivera y M. P. Barry (2010). "Caloric beverage consumption patterns in Mexican children." Nutrition Journal **9**(47).
- Baxter, A. J., T. Coyne y C. McClintock (2006). "Dietary patterns and metabolic syndrome - a review of epidemiologic evidence." Asia Pac J Clin Nutr **15**(2): 134-142.
- Bourges, H., E. Casanueva y J. L. Rosado (2008). Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas, Editorial Médica Panamericana S. A.
- Blum, J. W., D. J. Jacobsen y J. E. Donnelly (2005). "Beverage Consumption Patterns in Elementary School Aged Children across a Two-Year Period." Journal of the American College of Nutrition **24**(2): 93-98.
- Daniels, S. R. y F. R. Greer (2008). "Lipid Screening and Cardiovascular Health in Childhood." Pediatrics **122**(1): 198-208.
- Del-Rea, S. I., Z. Fajardo y L. Solano (2005). "Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana al norte de Valencia, Venezuela." ALAN **55**(3): 279-286.
- Denova-Gutiérrez, E., A. Jiménez-Aguilar, E. Halley-Castillo, G. Huitrón-Bravo, J. Talavera, D. Pineda-Pérez, y cols. (2008). "Association between Sweetened Beverage Consumption and Body Mass Index, Proportion of Body Fat and Body Fat Distribution in Mexican Adolescents." Ann Nutr Metab **53**: 245-251
- Ernersson, A., F. Nystrom y T. Lindstrom "Long-term increase of fat mass after a four week intervention with fast food based hyper-alimentation and limitation of physical activity." Nutrition & Metabolism **7**(1): 68.
- FAO (2001). Food and Nutrition Technical Report Series. Human energy requirements. Roma, FAO/WHO/UNU. Expert Consultation.
- Freedman, D. S., L. K. Khan, W. H. Dietz, S. R. Srinivasan y G. S. Berenson (2001). "Relationship of Childhood Obesity to Coronary Heart Disease Risk Factors." Pediatrics **108**: 712-718.

- Freedman, D. S., Y. C. Wang, W. H. Dietz, J.-H. Xu, S. R. Srinivasan y G. S. Berenson (2010). "Changes and Variability in High Levels of Low-Density Lipoprotein Cholesterol Among Children." Pediatrics **126**(2): 266-273.
- Friedewald, W. T., R. I. Levy y D. S. Fredrickson (1972). "Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge." Clin Chem **18**(6): 499-502.
- Geerts Caroline, C., E. Annemieke MV, L. Bots Michiel, v. d. E. Cornelis K, G. Diederick E y U. Cuno (2011). "Body fat distribution and early arterial changes in healthy 5-year-old children." Annals of Medicine: 1-10.
- Gleason, P., R. Briefel, A. Wilson y A. Hedley-Dodd (2009). School Meal Program Participation and Its Association with Dietary Patterns and Childhood Obesity. Washington, DC 20036-5831, Mathematica Policy Research, Inc.
- González, L. E. (2008). Cambios en el patrón de consumo de alimentos y su relación con riesgo de enfermedades crónicas en la población sonorenses. Hermosillo, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. **Tesis de Maestría**.
- Grijalva, M., G. Caire, A. Sánchez y M. Valencia (1995). "Composición química, fibra dietética y contenido de minerales en alimentos de consumo frecuente en el noroeste de México." Archivos Latinoamericanos de Nutrición **45**: 145-150.
- Grijalva-Haro, M. I., M. E. Valencia, M. I. Ortega y A. Vera (1999). Evaluación del impacto de un programa de desayunos escolares en el estado nutricio y el desarrollo cognitivo-motor en niños de primer grado de la zona urbana de Hermosillo, Sonora. Hermosillo, Sonora., CIAD. AC.
- Haggarty, P., M. Valencia, G. McNeil, N. Gonzales, S. Moya, A. Pinelly, y cols. (1997). "Energy expenditure Turing heavy work and its interaction with body weight." Brit J Nutr **77**: 3559-3573.
- Hands, E. (2007). Food Processor II Program. Salem (OR): Esha Research Editor
- Howard, B. V. y J. Wylie-Rosett (2002). "Sugar and Cardiovascular Disease." Circulation **106**(4): 523-527.
- Howlett, J. y M. Ashwell (2008). "Glycemic response and health: summary of a workshop." The American Journal of Clinical Nutrition **87**(1): 212S-216S.
- Hintze, J. (2007). NCSS, LLC. Kaysville Utah, USA.
- Jennings-Aburto, N., F. Nava, A. Bonvecchio, M. Safdie, I. González-Casanova, T. Gust, y cols. (2009). "Physical activity during the school day in public primary schools in Mexico City." Salud Publica Mex **51**: 141-147.
- Juonala, M., J. S. A. Viikari, T. RÄnnemaa, J. Marniemi, A. Jula, B.-M. Loo, y cols. (2008). "Associations of Dyslipidemias From Childhood to Adulthood With Carotid Intima-Media Thickness, Elasticity, and Brachial Flow-Mediated Dilatation in Adulthood." Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology **28**(5): 1012-1017.

- Linusson, E., D. Sanjur y E. Erickson (1974). "Validating the 24-hour recall method as a dietary survey tool." Arch Latinoam Nutr **24**: 277-294.
- Mahley, R. W., P. Arslan, G. Pekcan, G. M. Pépin, A. Ağaçdiken, N. Karaağaoğlu, y cols. (2001). "Plasma lipids in Turkish children: impact of puberty, socioeconomic status, and nutrition on plasma cholesterol and HDL." Journal of Lipid Research **42**(12): 1996-2006.
- Malik, V. S., M. B. Schulze y F. B. Hu (2006). "Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review." Am J Clin Nutr **84**(2): 274-288.
- NCEP (1991). "National Cholesterol Education Program by the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents." Nutrition today **May-June**.
- Olaiz-Fernández, G., J. Rivera-Dommarco, T. Shama-Levy, R. Rojas, S. Villalpando-Hernández y M. Hernández-Ávila (2006). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca, Morelos, México, Instituto Nacional de Salud Pública.
- Ramírez, E., M. I. Grijalva-Haro, M. Valencia, J. A. Ponce y E. Artalejo (2005). "Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses " Salud Pública de México **47**(2).
- Ramírez, E., M. E. Valencia, S. Y. Moya-Camarena, H. Alemán-Mateo y R. O. Méndez (2009). "Four-compartment model and validation of deuterium dilution technique to estimate fat-free mass in Mexican youth." Nutrition **25** 194-199.
- Rivera-Dommarco, J., T. Shamah-Levy, S. Villalpando-Hernández, T. González-de Cossío, B. Hernández-Prado y J. Sepúlveda (2001). "Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México." Instituto Nacional de Salud Pública.
- Rodríguez-Artalejo, F., C. Garcés, L. Gorgojo, E. López-García, J. Martín-Moreno, M. Benavente, y cols. (2002). "Dietary patterns among children aged 6 - 7 y in four Spanish cities with widely differing cardiovascular mortality." European Journal of Clinical Nutrition **56**( ): 141-148.
- SEP (2010). Encuesta sobre expendio y consumo de alimentos en escuelas de educación básica 2010. Mexico, Secretaría de Educación Pública.
- SSA (2010). Bases técnicas del Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. México, Secretaría de Salud.
- Uauy, R., A. Aro, R. Clarke, R. Ghafoorunissa, M. L'Abbe, D. Mozaffarian, y cols. (2009). "WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions." European Journal of Clinical Nutrition **63**(S68-S75).
- Valencia, M. (2008). Energía. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. H. Bourges, E. Casanueva y J. Rosado. México, Editorial Médica Panamericana. **Tomo 2**.

- Valencia, M., L. Hoyos, M. Ballesteros, M. Ortega y M. Palacios (1998). "Canasta de consumo de alimentos en el estado de Sonora." Revista Estudios Sociales VIII(15).
- Valenzuela Calvillo, L. S. (2010). Consumo de ácidos grasos trans y su asociación con las concentraciones de HDL-c en población sonoreense. Cordinación de nutrición. Hermosillo, Sonora, México., Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. **Tesis de Maestría**: 101.
- Wahlefeld, A. y H. Bergmeyer (1974). Methoden der Enzymatischen Analyse. Verlag Chemir, Weinheim.
- Warnick, G., R. Benderson y J. Albers (1982). "Dextran sulfate-Mg+2 precipitation procedure for quantification of high-density lipoprotein cholesterol." Clin. Chem **28**: 1379-1388.
- Welsh, J. A., A. Sharma, J. L. Abramson, V. Vaccarino, C. Gillespie y M. B. Vos (2010). "Caloric Sweetener Consumption and Dyslipidemia Among US Adults." JAMA: The Journal of the American Medical Association **303**(15): 1490-1497.