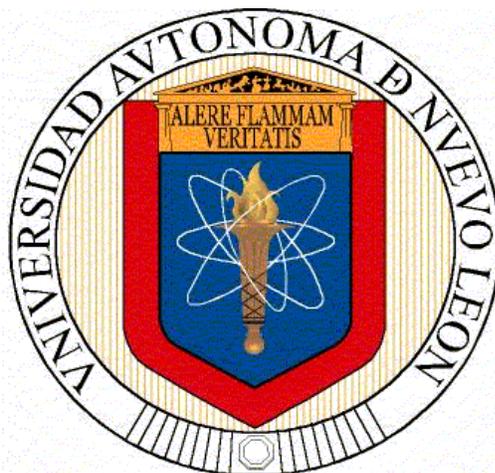


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS *TRANS* EN
PRODUCTOS DE CONSUMO POPULAR Y EL APORTE DE
ESTOS A LA INGESTA DIARIA EN NIÑOS EN EDAD ESCOLAR**

POR

SILVIA GUADALUPE FERNÁNDEZ MICHEL

TESIS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE DOCTORADO EN CIENCIAS CON
ACENTUACIÓN EN ALIMENTOS**

NOVIEMBRE DE 2013

**DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS *TRANS* EN
PRODUCTOS DE CONSUMO POPULAR Y EL APOORTE DE
ESTOS A LA INGESTA DIARIA EN NIÑOS EN EDAD ESCOLAR**



Dra. Ma. Guadalupe de Jesús Alanís Guzmán
Director de la Tesis

Dra. Gabriela Ramos Clamont Montfort
Asesor Externo

**DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS *TRANS* EN PRODUCTOS DE
CONSUMO POPULAR Y EL APORTE DE ESTOS A LA INGESTA DIARIA EN
NIÑOS EN EDAD ESCOLAR**



Comité de Tesis

Dra. María Guadalupe de Jesús Alanís Guzmán

**Director de Tesis
Presidente**

Dr. Juan Gabriel Báez González

Secretario

Dr. Carlos Leonel García Díaz

Vocal

Dra. María Adriana Núñez González

Vocal

Dra. Gabriela Ramos Clamont Montfort

**Asesora externa
Vocal**

**DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS *TRANS* EN PRODUCTOS DE
CONSUMO POPULAR Y EL APORTE DE ESTOS A LA INGESTA DIARIA EN
NIÑOS DE EDAD ESCOLAR**

Comité Académico de Doctorado

**Subdirector de Estudios de Posgrado
Dra. Diana Resendez Pérez**

LUGAR DE TRABAJO

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango en la ciudad de Gómez Palacio, Durango y en la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Coahuila en la ciudad de Torreón, Coahuila, México.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Ma. Guadalupe Alanís Guzmán por su apoyo en la Dirección de esta tesis, por guiarme y motivarme incondicionalmente a través de sus conocimientos y experiencia, pero sobre todo por su comprensión, confianza y su valiosa amistad.

A la Dra. Adriana Núñez González, al Dr. Carlos E. Hernández Luna y al Dr. Juan Gabriel Báez González por su apoyo y asesoría para llevar a cabo este trabajo, y su trato amable en todo momento.

A mis tutores, Dra. Adriana Núñez González y al Dr. Carlos Abel Amaya por su apoyo y motivación constante para llevar a buen termino este trabajo.

A la Dra. Adriana Núñez González y al Dr. Carlos E. Hernández Luna por el tiempo e interés que se tomaron para mejorar mi manuscrito de tesis.

A la Dra. Gabriela Ramos Clamont Montfort, por su confianza, por su compromiso, por compartir conmigo sus conocimientos, su valiosa experiencia, y formar parte fundamental de este trabajo de tesis.

A la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango a través de la M.E María de Jesús Cedillo por brindarme la oportunidad desarrollar parte de este trabajo en sus instalaciones. Particularmente al Doctor Jorge Armando Meza Velásquez por su apoyo profesional y técnico, en el desarrollo experimental de mi trabajo de tesis, por su solidaridad en los momentos difíciles y su gran calidad humana.

A mis queridos amigos Alejandra, Lourdes, Cristina y Mario por confiar en mí, por compartir sus conocimientos y experiencia, por sus consejos siempre acertados a lo largo del camino recorrido.

A Sergio Eduardo Vaquera Esparza por su valiosa ayuda y apoyo incondicional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (número de becario: 204518) por el apoyo económico otorgado para la realización de este trabajo.

A la Universidad Autónoma de Coahuila por el apoyo brindado para realizar estos estudios.

DEDICATORIA

*A ti mi **Dios** porque en ti confío.*

*A mi **Madre** por ser mi fuerza y ejemplo de lucha.*

*A mis hijos **Gaby, Michell y Emanuel** por la bendición de tenerlos, por ser mi fuente de inspiración y el pilar que sostiene mi vida.*

*A la **Abuela Cristina** por estar siempre conmigo y ser ese angel que ilumina mi vida.*

*A mi familia, mis **hermanos y sobrinos** con quienes Dios me lleno de bendiciones.*

*A **Gabriela**, mi gran amiga, eterna maestra, por creer en mi e impulsarme a seguir adelante, encontrando siempre una oportunidad ante cualquier dificultad.*

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
PAGINA DE TITULO	i
DIRECCIÓN DE TESIS	ii
APROBACIÓN DE TESIS DOCTORAL POR EL COMITÉ DE TESIS	iii
APROBACIÓN DE TESIS POR EL COMITÉ DE EXAMEN	iv
LUGAR DE TRABAJO	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	viii
TABLA DE CONTENIDO	ix
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
ABREVIATURAS	xiv
1. RESUMEN Y ABSTRACT	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. HIPÓTESIS	5
4. OBJETIVOS	6
4.1 Objetivo general	6
4.2 Objetivos particulares	6
5. ANTECEDENTES	7
5.1 Causalidad de la obesidad infantil en México	9
5.2 Diagnóstico de la obesidad infantil	10

5.3	Importancia de las grasas alimentarias	11
5.4	Ácidos grasos <i>trans</i>	11
5.4.1	Nomenclatura de los ácidos grasos insaturados	13
5.4.2	Composición de ácidos grasos <i>trans</i> según su fuente	13
5.5	Formación y características de los AGT producidos en la hidrogenación de aceites	14
5.6	Fuentes de los AGT industriales en la dieta humana	15
5.7	Determinación de AGT en alimentos	16
5.8	Contenido de AGT en Alimentos	17
5.9	Metodologías para estimar el consumo de AGT	18
5.10	Consumo de AGT en niños de países industrializados	19
5.11	Consumo de AGT en Latinoamérica y México	20
5.12	AGT, enfermedad y obesidad infantil	21
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
6.1	Esquema general de trabajo	24
6.2	Población de estudio	25
6.3	Consideraciones éticas	26
6.4	Evaluación antropométrica	26
6.5	Encuesta y recordatorio de 24 horas	28
6.6	Muestras	28
6.7	Extracción de lípidos	28
6.8	Análisis de ácidos grasos	29
6.9	Cuantificación del contenido	30
6.10	Determinación de la calidad de la grasa	30
6.11	Aporte de ácidos grasos <i>trans</i>	30
6.12	Diseño Experimental	31
7.	RESULTADOS	32
7.1	Descripción de la población de estudio	32
7.2	Sobrepeso y obesidad en la población de estudio	34
7.3	Antecedentes familiares de obesidad	36
7.4	Ambiente obesogénico del escolar torreonense	38
7.4.1	Horas observando TV	38
7.4.2	Tendencia al sedentarismo	38
7.4.3	Preferencia y consumo de botanas saladas y dulces en niños torreonenses	40
7.5	Cantidad y calidad de la grasa aportada por las botanas más consumidas	46
7.6	Determinación de ácidos grasos <i>trans</i>	49
7.7	Estimación del consumo de ácido elaídico presente en las botanas preferidas	56
8.	DISCUSIONES	57
8.1	Sobrepeso y obesidad en la población de estudio	57

8.2	Antecedentes familiares de obesidad	58
8.3	Ambiente obesogénico del escolar torreonense	60
8.3.1	Horas frente al televisor	61
8.3.2	Sedentarismo	61
8.3.3	Preferencia y consumo de botanas saladas y dulces	62
8.4	Cantidad y calidad de la grasa aportada por las botanas más consumidas	63
8.5	Determinación de ácidos grasos <i>trans</i>	65
8.6	Estimación de consumo diario de ácido elaídico presente en las botanas	66
9.	CONCLUSIONES	68
10.	LITERATURA CITADA	69
12.	RESUMEN CURRICULAR	83

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Descripción general de la población de estudio	33
II	Principales variables de la población con problemas de sobrepeso	35
III	Correlación entre padres obesos y enfermedades ligadas a la obesidad presentes en la familia de escolares torreonenses	37
IV	Preferencia en el consumo infantil por botanas saladas y dulces	41
V	Información nutrimental de algunas de las botanas más consumidas por niños torreonenses en edad escolar	44
VI	Aporte diario promedio por porción de energía al consumir 1 o 1.5 paquetes de las botanas preferidas por niños torreonenses	44
VII	Relación entre el consumo de botanas y la edad escolar	45
VIII	Aporte de ácido eláidico proveniente del consumo de botanas	56

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Causalidad de la obesidad en México y de las enfermedades que derivan de la misma	9
2	Configuraciones <i>cis</i> y <i>trans</i> de los dobles enlaces en ácidos grasos insaturados	12
3	Esquema general de trabajo	25
4	Sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida en niños torreonenses de edad escolar	34
5	Cantidad de padres obesos en los diferentes grupos de complejión	36
6	Tipo de ejercicio realizado por niños torreonenses que practican actividad física en casa	40
7	Cantidad de botanas saladas consumidas a la semana por niños torreonenses en edad escolar	42
8	Cantidad de botanas dulces consumidas por semana	43
9	Contenido graso de las botanas saladas preferidas por los niños torreonenses	46
10	Índice de deterioro de los lípidos contenidos en las botanas saladas preferidas por niños torreonenses	47
11	Índice de deterioro de los lípidos contenidos en las botanas dulces preferidas por los niños torreonenses	49
12	Perfil cromatográfico del estándar de 37 ácidos grasos a 600 ppm	50
13	Perfil cromatografico del estándar de 37 ácidos grasos fortificado con ácido elaídico	51
14	Cromatograma típico de a. Chokis, b. Emperador	52
15	Cromatograma típico de botanas saladas donde no se detecto ácido elaídico	53
16	Cromatograma típico de botanas saladas con ácido elaídico	54
17	Concentración de ácido elaídico de botanas dulces y saladas en g / 100 g de producto	55
18	Comparación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad con otros estudios	58

NOMENCLATURA

Abreviatura	Significado
AGL	Ácidos Grasos Libres
AGT	Ácidos grasos <i>trans</i>
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
BNF	Fundación Británica de Nutricion
C	Carbono
° C	Grados Celsius
CG	Cromatografía de gases
D	Doble ligadura
ECOg	Grupo Europeo de obesidad infantil
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación
EMAG	Esteres Metílicos de Ácidos Grasos
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
FDA	Food and Drug Administration
g	Gramos
GIS	Sistema de Información Geográfica
h	Horas
H	Hidrógeno
HDL	Lipoproteínas de alta densidad
IFST	Instituto de4 Ciencia y Tecnología de Alimentos
IMC	Índice de masa corporal
IMES	Instituto Mexicano de Estudios Superiores
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social

IUPAC	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada
kg	Kilogramos
LDL	Lipoproteínas de baja densidad
m	Metros
meq/g	Miliequivalentes por gramo
μ	Micra
μl	Microlitros
mg	Miligramo
min	Minutos
mL	Mililitros
mm	Milímetros
N	Nitrógeno
Ni	Niquel
NOM	Norma Oficial Mexicana
O	Oxígeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
P	Fosfóro
pH	Potencial de iones de hidrógeno
ppm	Partes por millón
Profeco	Procuraduría Federal del Consumidor
rpm	Revoluciones por minuto
S	Azufre
SEP	Secretaria de Educación Pública
v	Volumen
v/v	Volumen/volumen

1. RESUMEN

Los ácidos grasos trans (AGT) se encuentran principalmente en alimentos que contienen aceites hidrogenados. Tal es el caso de pastelillos industriales, botanas, biscochos, rellenos para pastel etc. En los últimos años, el consumo de dichos alimentos ha aumentado considerablemente en los niños mexicanos en edad escolar. Lo anterior aunado a la falta de actividad física, ha provocado graves problemas de obesidad en este sector de la población y un aumento en el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, incluyendo las dislipidemias (aumento de colesterol y otros lípidos sanguíneos) y la resistencia a la insulina en algunos grupos. En este estudio se determinó la prevalencia de obesidad y sobrepeso en infantes de 6 a 11 años, así mismo se cuantificó la ingesta diaria de ácido eláidico y la cantidad y calidad de la grasa presente en siete botanas preferidas por niños torreonenses en edad escolar. Los resultados de la encuesta aplicada a 1012 infantes revelaron que 16 % de la población estudiada presentó sobrepeso, mientras que 40 % presentó algún tipo de obesidad. El 30% de los niños con sobrepeso y obesidad tienen por lo menos un padre obeso, mientras que el 15 % restante descende de ambos padres obesos. Se encontró una correlación de 0.319 ($p < 0.0002$), entre la horas que los niños torreonenses ven televisión y el consumo de botanas. Se correlaciono positivamente (0.09; $p = 0.013$) el número de horas que el niño ve TV y las veces que el niño come entre comidas. El 68 % de los niños encuestados indicó que no realiza actividad física; sólo del 30 al 36 % la realizan en su escuela y únicamente el 26 % lo hace en casa. De acuerdo a los hábitos de consumo de la población en estudio los productos preferidos fueron los denominados comercialmente como takis, palomitas, papas fritas, chetos, rueditas, chokis y emperador. Los valores más altos de cantidad de grasa fueron para las palomitas y papas fritas con 36 y 34 %, respectivamente, los takis y cheto popular, del 24 al 25 %, las galletas emperador y chokis de 19 y 20 % y la ruedita popular, expandida a granel, presentó contenidos más bajos de grasas (16-18 %). Únicamente se detectaron peróxidos en las rueditas populares (8.31 meq/g). Los valores de acidez y ácidos grasos libres fueron similares ($p > 0.05$) y aceptables. No se detecto ácido eláidico para las papas fritas, chetos y rueditas populares, los valores para takis y palomitas fluctuaron entre 0.09 g/100 g y 2.6 g/100 g respectivamente, para emperador de 0.87 g/100 g y para chokis de 0.91 g/100 g. El aporte de ácido eláidico proveniente del consumo de las botanas fluctuó entre 0.08 y 3.35 g/día. La ingesta diaria promedio expresada en g de ácido eláidico equivalente al consumo de 1.5 bolsas de botanas dulces y saladas corresponde para chokis a 0.864, emperador 1.1223, palomitas 3.354 y para takis de 0.0756. Los resultados de este trabajo indican la necesidad urgente de estudios de intervención para controlar la obesidad en la niñez torreonense y muestran que el mayor riesgo de consumo de ácidos grasos trans se debe a las palomitas.

ABSTRACT

Trans fatty acids (TFA) are found primarily in foods containing hydrogenated oils. Such is the case of industrial pastries, snacks, biscuits, pie fillings etc. In recent years, the intake of these foods has considerably increased in Mexican children of school age. This diet, combined with the lack of physical activity, has led to serious problems of obesity in Mexican children and an increased of cardiovascular risk disease, including dyslipidemia (increased cholesterol and other blood lipids) and insulin resistance. In this study we investigated the prevalence of obesity and overweight in Mexican infants aged 6 to 11 years. We also quantified daily intake of elaidic acid and the quantity and quality of fat in seven snacks preferred by 1012 school-age children. Results showed that 16% of the children had overweight, while 40% had some form of obesity. The 30% of overweight and obese children have at least one obese parent, while the remaining 15% falls on both parents obese. We found a correlation of 0.319 ($p < 0.0002$), between the hours children watch television and consumption of snacks. Time spend watching TV positively correlated (0.09, $P = 0.013$) with children's snacks consumption between meals. Sixty eight percent of the children are not physically active while 30 to 36% make exercise in the school and only 26% do so at home. According to the children answers the preferred commercial snacks were: takis, popcorn, chips, cheto popular, ruedita popular, chokis and Emperor cookies. Popcorns showed the higher lipid content (35%), while potato chips lipid content was 35%. Lipid content for cookie snacks was 20% while the lower lipid content was for ruedita popular (16-18%). Peroxides were detected only in the ruedita popular snacks (8.31 meq / g). Acidity values and free fatty acids were similar ($p > 0.05$) and acceptable for all the snacks tested. Elaidic acid was not detected in potato chips, cheto popular and ruedita popular. Takis, showed elaidic acid values of 0.09 g/100g, popcorn of 2.6 g/100g Emperor cookies of 0.87 g/100g and chokies cookies of 0.91 g/100 g. Elaidic acid intake from snacks consumption fluctuated between 0.08 and 3.35 g / day. The average daily intake in grams of elaidic acid consumption equivalent to 1.5 bags of snacks per day was 0864 g/100g for chokis cookies, .12 g/100g for Emperor cookies, 3.35 g/100g for popcorn and 0.0756 g/ for takis. The results of this study indicate the urgent need for intervention studies to control the obesity in Mexican children from Torreon and showed that the highest risk of trans fatty acid consumption is due to the popcorn.

2. INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos insaturados son moléculas de ácidos grasos que contienen al menos un doble enlace. Según la estructura que tengan los dobles enlaces dentro de la molécula, pueden clasificarse como “*cis*” o “*trans*” (AGT). La mayoría de las grasas insaturadas de la dieta presentan la forma “*cis*”, mientras que una pequeña proporción tienen la forma “*trans*”. Existen tres fuentes principales de AGT en los alimentos. La primera es producto de biohidrogenación de las grasas que llevan a cabo las bacterias en el rumen de vacas, cabras y otros rumiantes. Debido a este proceso, se pueden encontrar cantidades variables de AGT en los subproductos provenientes de dichos animales como son la leche y sus derivados y la carne y sus derivados. La segunda fuente de AGT es el proceso de hidrogenación industrial o solidificación de los aceites a partir del cuales se obtienen margarinas y shortenings que se utilizan como ingredientes en la elaboración de galletas, pastelillos industriales, donas, biscochos, pastas y azúcares para untar y grasas de pastelería. La última fuente se genera a partir del calentamiento de los aceites de freído, por lo que los AGT también pueden encontrarse en snacks y botanas fritas.

Numerosos estudios realizados en seres humanos indican que los AGT provocan un desbalance en los lípidos sanguíneos que se caracteriza por la aparición de dislipidemias; es decir aumento en los niveles de colesterol. Específicamente se observa un aumento en las lipoproteínas de baja densidad (LDL) las cuales se conocen popularmente como “colesterol malo”. Los AGT también provocan una disminución de las proteínas de alta densidad o “colesterol bueno” y aumentan los niveles de triglicéridos en la sangre, ambos fenómenos asociados a un aumento del riesgo de sufrir enfermedades del corazón. Además, los regímenes alimentarios que contienen AGT causan el ascenso de los niveles de triacilglicéridos en ayunas, hecho que en estudios epidemiológicos esta

positivamente asociado con el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Lo anterior es importante ya que, según estos estudios, el riesgo de consumir AGT sería mayor que el de consumir ácidos grasos saturados provenientes de las grasas animales, los cuales no provocan cambios en las HDL ni en los triglicéridos sanguíneos.

Paradójicamente, durante mucho tiempo se promovió el consumo de aceites vegetales hidrogenados en sustitución de las grasas animales, debido a que los primeros eran supuestamente inocuos para la salud. Sin embargo, los estudios que relacionan a los AGT con la obesidad y las enfermedades cardiovasculares, han alertado a los gobiernos de la Unión Europea y de los Estados Unidos de Norteamérica. Este último ha incluido en su legislación la declaración obligatoria, a partir de enero del 2006, de la cantidad de ácidos grasos *trans*, en el etiquetado de los alimentos

En nuestro país no existe una ley similar, sin embargo, los datos de la Segunda Encuesta Nacional de Nutrición, realizada entre 1998 y 1999 muestran graves problemas de obesidad en la población -incluidos los niños- que se relacionan con la baja actividad y el alto consumo en grasas. Lo anterior ha alertado a diversas instancias tales como la Secretaría de Salud y el Instituto de Nutrición Infantil. La preocupación ha llegado a la Cámara de Diputados quienes en 2005, aprobaron una ley para hacer obligatorio el ejercicio diario en las escuelas Primarias del país. Lo anterior coadyuvará a disminuir los riesgos de obesidad infantil. Sin embargo, también se requiere de estudios que cuantifiquen la ingesta de alimentos con alto riesgo, como aquellos que contienen ácidos grasos *trans*. El conocimiento generado servirá de apoyo al desarrollo de estrategias para mejorar los hábitos alimenticios de los niños Mexicanos.

3. HIPÓTESIS

El consumo de galletas y botanas contribuye a la ingesta de ácidos grasos *trans* en niños torreonenses en edad escolar.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Cuantificar la presencia de ácidos grasos *trans* en botanas de consumo infantil y el aporte de éstas a la ingesta diaria de *trans*, en niños torreonenses en edad escolar.

4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar las medidas antropométricas en una población de escolares torreonenses de 6 a 11 años y en base a éstas obtener la prevalencia de sobrepeso y obesidad.
2. Aplicar una encuesta a los infantes seleccionados para determinar su consumo diario de botanas (dulces y saladas), y escoger las siete botanas más consumidas.
3. Estandarizar y determinar la cantidad y calidad de la grasa presente en las siete botanas.
4. Cuantificar los ácidos grasos *trans* en las siete botanas, mediante cromatografía de gases.
5. Valorar el aporte de ácidos grasos *trans* que los productos analizados tienen en la dieta de los niños en edad escolar

5. ANTECEDENTES

La obesidad es un problema de salud pública que se presenta a nivel mundial independientemente del grado de desarrollo de los países (Calvillo-Unna, 2009). En las tres últimas décadas, América Latina experimentó transformaciones socioeconómicas y demográficas, caracterizadas por una rápida urbanización y un creciente proceso de industrialización. Lo anterior provocó una transición alimentaria hacia comidas ricas en grasas y en carbohidratos refinados, a la par que un aumento en el sedentarismo. Ambos fenómenos han influido significativamente en la aparición de la obesidad en México (Rivera *et al.*, 2001; Salazar-Vázquez *et al.*, 2005; IMSS; 2010).

La obesidad se define como una acumulación anormal o excesiva de grasa neutra, en el tejido adiposo, que puede ser perjudicial para la salud. El indicador más usado para medirla, es el índice de masa corporal (IMC), el cual depende de la edad, la talla y el sexo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) tipifica como personas obesas a aquellas que presentan un IMC igual o mayor al 30 %, mientras que tienen sobrepeso, aquellas cuyo IMC es igual o mayor al 25 %. La obesidad es producto de mantener un balance energético positivo, durante un tiempo prolongado. Es decir, el organismo consume más energía de la que gasta, y por lo tanto, ésta se acumula en forma de grasa (Loos y Bouchard, 2003). La obesidad es un trastorno multifactorial, una enfermedad en cuya etiopatogenia están implicados factores genéticos, metabólicos, psicosociales y ambientales, influidos por el estilo de vida de la población (Loos y Bouchard, 2003; Bell *et al.*, 2005; Dietel *et al.*, 2002).

El Instituto Nacional de Salud Pública, ha dado voz de alarma acerca del incremento dramático que han tenido las tasas de sobrepeso y obesidad en México, desde la publicación de su Encuesta de Salud y Nutrición de 2006 (ENSANUT, 2006). El motivo

es que 70 % de los adultos mexicanos la padecen (Gómez del Campo, 2012). En la población infantil en edad escolar, se observó un aumento de la obesidad del 18.4 % en 1999 (Rivera *et al.*, 2001) a 26.2 % en 2006 (Olaiz *et al.*, 2006), es decir, a razón de 1.1 porcentual por año.

Muchas veces se utilizan los términos Obesidad y Sobrepeso como sinónimos, pero no lo son. Un niño tendrá sobrepeso si su peso está entre el 110 y 119 % del peso ideal, o sea, con un exceso del 10 al 19 % sobre lo esperado para la talla. Si el exceso de peso es mayor del 20 % con relación a la talla entonces se determina obesidad (WHO, 1995; Rojas, 1999).

La obesidad infantil y juvenil es una enfermedad crónica porque se perpetúa en el tiempo y suele acompañarse de alteraciones metabólicas como hipercolesterolemia y otras dislipidemias, intolerancia a la glucosa, hiperinsulinemia e hipertensión arterial. Esto se transforma en un factor de riesgo importante de morbilidad y mortalidad prematura por enfermedad cardiovascular y por Diabetes mellitus tipo 2, en la vida adulta (Nieto *et al.*, 1992; Freedman *et al.*, 1999; Must *et al.*, 1992; Gotmaker *et al.*, 1992; IMSS, 2010). La Diabetes mellitus tipo 2, complicaciones una importante complicación derivada de la obesidad, y también es la primera causa de muerte en México. Cabe destacar que además de la alta mortalidad, el tratamiento de la diabetes y sus complicaciones cuesta al Estado Mexicano cerca de 80 mil millones de pesos al año, más el impacto sobre la economía familiar y el sufrimiento humano que esto trae consigo. De allí la importancia de tratar y prevenir la obesidad en las poblaciones infantiles mexicanas.

5. 1 Causalidad de la obesidad infantil en México

La obesidad es una epidemia multicausal como lo indica la figura 1. La globalización, la rápida urbanización, la incorporación de las madres a la fuerza de trabajo, han traído como consecuencia una transición alimentaria acompañada de sedentarismo que, aunada a factores genéticos y sociales, provoca la obesidad y deriva a la larga, en la aparición de otras enfermedades que pueden provocar la muerte temprana del individuo y un alto costo para el país (IMSS, 2010).

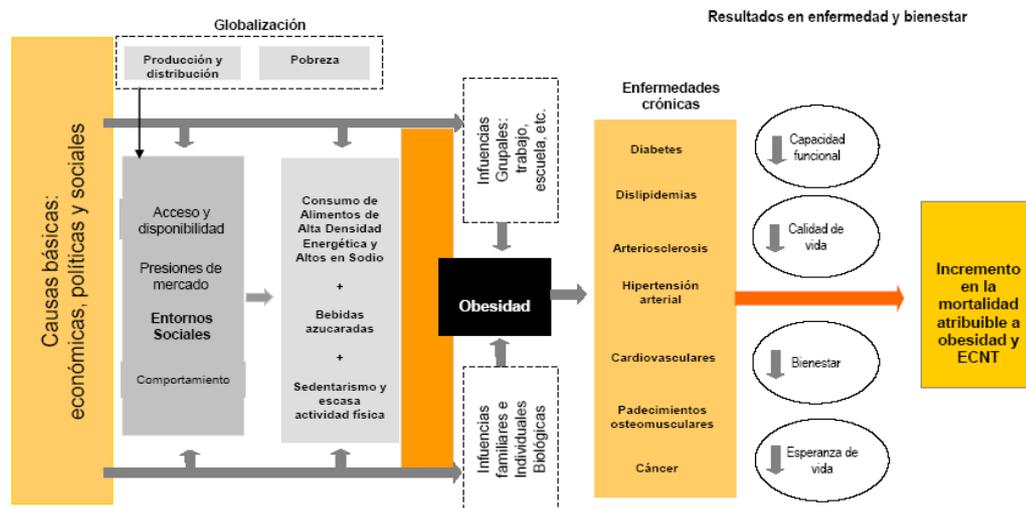


Figura 1. Causalidad de la obesidad en México y de las enfermedades que derivan de la misma. Fuente: Gobierno Federal (2010).

El aumento de la prevalencia de la obesidad en la infancia, se debe en un 99 % de los casos a factores relacionados con los estilos de vida: exceso de energía contenida en la dieta e incremento del sedentarismo. Sólo un 1% de la obesidad infantil se debe a síndromes genéticos o endocrinometabólicos (Serra *et al.*, 2003. Rivera *et al.*, 2004). Se estima un mayor riesgo de obesidad en los niños que consumen pocas frutas, verduras y fibra y con dietas ricas en grasas, especialmente saturadas (Martínez-Jasso y Villezca-Becerra, 2003; Rivera *et al.*, 2004; Roberts *et al.*, 2003).

Las poblaciones urbanas e incluso las rurales de México, han modificado su régimen alimentario, a expensas del aumento del consumo de grasas y azúcares refinados y de la disminución del consumo de fibra dietética. (Martínez-Jasso y Villezca-Becerra, 2003). Los precios elevados de alimentos de alta calidad nutricional, son inaccesible para los grupos de ingreso más bajos. Por otro lado, la industria ofrece cada vez más alimentos de alta densidad energética, ricos en grasas y azúcares y deficientes de otros nutrientes; tal es el caso de snacks y botanas. La aceptabilidad de éstos productos es alta, no solo por su palatabilidad, sino también por su costo relativamente bajo (Serra *et al.*, 2003). El ambiente en la escuela no ayuda, las cafeterías, las máquinas expendedoras de alimento chatarra y los vendedores informales, ponen a disposición del niño una gran cantidad de alimentos obesogénicos.

Por otro lado, el sedentarismo provocado por pasar muchas horas frente al televisor, la computadora y los videojuegos también contribuye de manera importante a la obesidad. Además, los comerciales televisivos que bombardean a los niños para aumentar su consumo de botanas producen un círculo vicioso que contribuye al aumento del consumo de grasas saturadas y presumiblemente de grasas *trans* (Caroli *et al.*, 2004).

5.2 Diagnóstico de la obesidad infantil

El diagnóstico de la obesidad se basa en diferentes métodos que evalúan la composición corporal. La mayoría de los métodos modelo, considerados así por su precisión, son complejos y costosos de implementar. Entre éstos destacan densitometría por inmersión, pletismografía, tomografía computarizada, absorciometría ultra monografía, resonancia magnética nuclear, agua doblemente marcada, conteo total de potasio corporal y conductividad eléctrica corporal total (Rooy *et al.*, 1993; Dhaliwal y Welborn, 2009).

Para determinar la obesidad en niños, además de las limitantes de costo y complejidad, se agrega la de que los patrones de referencia normales son escasos. Por

ello, uno de los criterios de diagnóstico más aceptados y usados en estudios epidemiológicos, es la determinación de las medidas antropométricas. La antropometría es el recurso más sencillo, no invasivo y económico para medir la situación nutricional de una comunidad. Para el diagnóstico y el seguimiento del sobrepeso y la obesidad infantil, la OMS y el comité European Childhood Obesity Group (ECOG) recomiendan la utilización del IMC, que relaciona el peso con el cuadrado de la talla (Peso en kg /Talla en m²). Los puntos de corte para este indicador son los percentilos 90 y 97 (OMS, 1995).

5.3 Importancia de las grasas alimentarias

Los lípidos son biomoléculas que cumplen un papel muy importante en los organismos vivos, tanto por su aporte de energía, como por sus actividades metabólicas y a nivel estructural, como componentes de las membranas celulares (Lehninger *et al.*, 2000). A pesar de ser un grupo muy heterogéneo, los lípidos comparten la característica de ser insolubles en agua y solubles en compuestos orgánicos; también, la de estar químicamente conformados por C, H, O y en menor grado por P, S y N (Ziegler y Filer, 1996).

Las grasas son lípidos que aportan a la dieta 9 Kcal /g, siendo la fuente de energía alimentaria más concentrada. (Ziegler y Filer, 1996). Las grasas se forman por triglicéridos y éstos a su vez por ácidos grasos. La composición de ácidos grasos, puede afectar a la composición y metabolismo de los seres vivos. Están bien documentadas las consecuencias a la salud que produce el consumo de ciertas grasas, afectando especialmente a la masa corporal y a las funciones cardiovasculares (Olson, 2004). En este sentido, la composición de las grasas que consumimos en exceso es importante, siendo las más peligrosas, aquellas que se encuentran conformadas por ácidos grasos saturados y por ácidos grasos *trans* (Valenzuela y Morgado, 1999).

5. 4 Ácidos grasos *trans*

Los ácidos grasos son ácidos monocarboxílicos de cadena larga; por lo general, contienen un número par de átomos de carbono, normalmente entre 12 y 24. La configuración más sencilla de un ácido graso es una cadena lineal completamente saturada, que se presenta cuando contienen la máxima cantidad de átomos de hidrógeno unidos a los átomos de carbono. La fórmula básica es $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ (Ziegler y Filer, 1996). Cuando existen dobles o triples enlaces entre los átomos de carbono, se forman los ácidos grasos insaturados (Mathews y van Holde, 2002).

Los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados pueden tener dos conformaciones según la orientación espacial de los átomos de hidrógeno enlazados a los carbonos. Estas conformaciones se denominan *cis* y *trans* (figura 2); en la naturaleza predomina la configuración *cis* (Lehninger *et al.*, 2000). Los ácidos grasos *trans* (AGT) se encuentran en pequeñas cantidades (2-9 % del total de la grasa) en los rumiantes y en los productos que derivan de ellos. Estos AGT se generan como producto de la hidrogenación microbiana que se lleva a cabo en el rumen. También pueden encontrarse en grasas de ave y puerco, debido al tipo de alimentación que reciben (Fritsche y Steinhart, 1998).

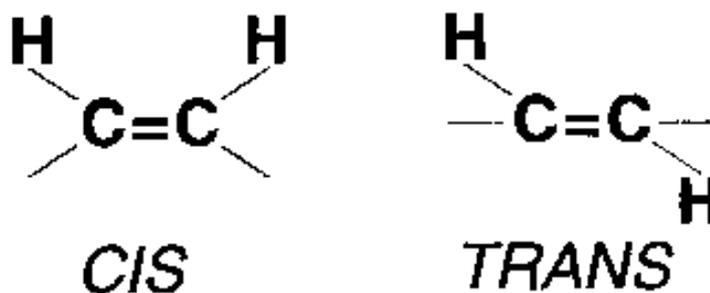


Figura 2. Configuraciones *cis* y *trans* de los dobles enlaces en ácidos grasos insaturados. Fuente: Badui (1999).

Los AGT también se originan durante la hidrogenación de los aceites vegetales para la producción de margarinas, grasas emulsionables (shortenings) y mantecas. Otra fuente industrial de AGT es el freído continuo de aceites a alta temperatura (Gurr, 1996).

5.4.1 Nomenclatura de los ácidos grasos insaturados.

Los ácidos grasos saturados se nombran según el número de carbonos que tenga la cadena, empezando a numerar por el grupo carboxilo terminal. Los ácidos grasos insaturados, se nombran sistemáticamente haciendo referencia a su ácido graso saturado correspondiente. Se nombra como si fuera saturado y se indica la posición del doble enlace, en relación al grupo carboxílico. Si solo hay un doble enlace, éste se indicará poniendo después del número del carbono y seguido de dos puntos, un 1; si hubiera dos dobles enlaces, se pondrá un 2, y así se procedería con todos (BNF, 1995). Por ejemplo, un ácido graso de 18 C, con una sola doble ligadura localizada en la posición 9 se denomina 9-octadecanoico (18:1). El sistema de nomenclatura de la IUPAC usa la designación de *z* y *e* para ácidos grasos *cis* y *trans* respectivamente (Badui, 1999).

5.4.2 Composición de ácidos grasos *trans* según su fuente de generación

Los ácidos grasos *trans* se forman en la naturaleza en el aparato digestivo de los rumiantes. Industrialmente se obtienen al hidrogenar aceites (Badui, 1999). Los procesos de bio-hidrogenación en los rumiantes y de hidrogenación de los aceites, dan como resultados la formación de una gran variedad de isómeros geométricos y de posición de los AGT. Los productos predominantes son los ácidos *trans* octadecanoicos (C18:1*t*) con el doble enlace *trans* entre los carbonos 6 y 16 (Wolff y Bayard, 1995). También se presentan pequeñas cantidades de ácidos *trans* octadecadienoicos (C18:2 *c/t*, C18:2 *t/t*), *trans* octadecatrienoicos (C18:3 *c/t*) y algunos ácidos polinsaturados de cadena larga (Precht y Molkentin, 2000; Ovesen *et al.*, 1996). Sin embargo, a pesar de que los AGT de los rumiantes y de la industria son los mismos, su proporción difiere claramente entre una y otra fuente.

El predominio en la formación de algún tipo de AGT depende de las condiciones de la reacción. En este sentido influye el tipo de catalizador y la temperatura empleados en la hidrogenación industrial o el pH del rumen y la cantidad de aceites vegetales que consumen los rumiantes (Weggemans *et al.*, 2004).

El ácido elaídico (C18:1 *t* 9) es el AGT predominante (20-25 %) en la hidrogenación industrial, mientras que el vacénico (C18:11 *t* 1) es el isómero típico (\cong 48 %), producido en la bio-hidrogenación de rumiantes. Otros AGT de 18C encontrados en productos de la hidrogenación industrial son los que presentan dobles ligaduras en las posiciones D6-8 y D10, mientras que los ácidos con D13/14, D15 y D16, son más abundantes en la bio-hidrogenación (Wolff *et al.*, 1998). Otra diferencia entre las dos fuentes es la proporción de isómeros C16:1*t* y C18:2*t* que se forman (Fritsche y Steinhart, 1998).

5.5 Formación y características de los AGT producidos en la hidrogenación de aceites

El proceso de hidrogenación de aceites se lleva a cabo en un sistema trifásico (gas hidrógeno, aceite líquido y catalizador sólido), a temperaturas que varían entre 120° C y 220° C. Como catalizador se utiliza principalmente níquel (Ni) en forma de cristales soportados por un óxido inorgánico, que normalmente es sílice o alúmina. Al término de la reacción, el Ni se elimina por filtración y refinado del aceite; se debe asegurar que el contenido de Ni no sobrepase a 0.1 mg/kg. (Ghotra *et al.*, 2002).

El primer hidrógeno añadido durante la hidrogenación industrial forma un compuesto intermediario que se une al catalizador, conservando la capacidad de rotar libremente (Grandgirard *et al.*, 1984). La adición de un nuevo hidrógeno satura el enlace, mientras que la sustracción del hidrógeno que forma el compuesto intermediarios con el Ni, resulta en la molécula original o en la producción de un isómero de posición o geométrico (Gottenbos, 1983).

La hidrogenación de los ácidos grasos poliénoicos produce varios isómeros conjugados (por ejemplo, $\underline{z}9$, $\underline{e}11$ o $\underline{e}10$, $\underline{z}12$). Éstos, al ser muy reactivos, se convierten rápidamente a ácidos monoénoicos, la mayoría de los cuales tienen configuración *trans*. La cantidad de dienos *cis*, *trans* y *trans*, *cis* es mucho menor, y el nivel de dienos *trans*, *trans* raramente supera el 1 % (Gottenbos, 1983). Durante el procesado de los aceites vegetales se forman predominantemente isómeros *trans* C18:1, y mezclas más complejas de C18:1 a C24:1 cuando se hidrogenan aceites marinos (Gurr, 1983). En estos aceites, estas mezclas pueden llegar a constituir hasta un 60% de los ácidos grasos totales (Hunter y Applewhite, 1991; Wahle y James, 1993).

Los ácidos grasos *trans* tienen la misma longitud, peso y número de elementos (C, H, O) que su ácido graso *cis* correspondiente. Sin embargo, la diferencia en su conformación espacial, provoca cambios muy importantes en sus características. Termodinámicamente son más estables y menos reactivos ante la oxidación. Además, las propiedades de los AGT se parecen más a las de los ácidos grasos saturados que a las de los ácidos grasos *cis* (Allison *et al.*, 1995).

5. 6 Fuentes de AGT industriales en la dieta humana.

La mayor fuente dietaria de AGT industriales proviene de las margarinas y las grasas emulsionables (shortenings). En 1903 Norman patentó el primer proceso de hidrogenación en fase líquida para la solidificación de aceites, con la ventaja sobre el uso de grasas animales, de aumentar la estabilidad de los aceites a la oxidación (Ghotra *et al.*, 2002). La patente de Norman fue adquirida por Procter y Gamble, que introdujo sus primeros productos hidrogenados en el mercado norteamericano en 1911. Posteriores mejoras tecnológicas provocaron que los aceites hidrogenados se convirtiesen en ingredientes regulares de una gran variedad de alimentos donde actúan como texturizantes, plastificantes, lubricantes e impartidores de sabor (Ghotra *et al.*, 2002).

Las margarinas obtenidas por hidrogenación, se convirtieron en ingredientes regulares de productos de panadería y repostería, mientras que hay diferentes tipos de grasas emulsionables que se usan en diferentes alimentos. Las grasas emulsionables «para todo propósito» se preparan por hidrogenación parcial de aceites y se utilizan como ingredientes para galletas y frituras; también se usan en rellenos para pastelillos y cubiertas de betún (Ghotra *et al.*, 2002).

Las grasas emulsionables para pastelillos se elaboran a partir de aceites de soya y algodón total o parcialmente hidrogenados. Estos productos de panadería contienen mono y diglicéridos que mejoran las características de la miga, definiendo la distribución de burbujas de aire en la masa (Badui, 1999). Existen también grasas emulsionables especiales para obtener la textura de galletas blandas, pasteles, betunes cremosos, cubiertas y rellenos de dulces y para la elaboración de frituras. En cada caso, la formulación y el grado de hidrogenación de los aceites varían y por tanto, varía el contenido y composición de los AGT (Ghotra *et al.*, 2002; Paul y Mittal, 1996).

5.7 Determinación de AGT en alimentos

El primer paso para la cuantificación de los ácidos grasos presentes en tejidos animales o vegetales, es el aislamiento de los lípidos del resto de los componentes de la muestra. Esto se hace mediante una extracción con solventes no-polares como el hexano o el éter de petróleo. Una vez que se aísla el conjunto de lípidos, se procede a su separación individual lo que se logra por cromatografía de gases (CG) (Valenzuela y Morgado, 1999).

Entre los métodos más utilizados para la cuantificación de AGT en alimentos se encuentran la cromatografía de gases, la cromatografía de gases ligada a espectrometría de masas, la cromatografía en placa fina con plata, seguida de cromatografía gas-líquida, y la espectroscopia de infrarrojo (Destailats *et al.*, 2007; Mjøs, 2002; Valenzuela y Morgado, 1999).

La confiabilidad de los resultados depende del tipo de análisis utilizado en la determinación. El infrarrojo presenta interferencias y se vuelve impreciso con valores de AGT inferiores al 5 %. La cromatografía de gases es más exacta y actualmente se recomienda como método oficial en algunas legislaciones (IFST, 2007). Sin embargo, en alimentos con muy alto contenido graso, la presencia de isómeros *cis* puede causar interferencia. En este caso se recomienda la cromatografía con ion plata para separar los isómeros y posteriormente se analizan los AGT por cromatografía de líquidos (Juanéda, 2002).

La Leatherhead Food International ha determinado que la CG es un método bastante exacto si se cuantifican los esteres metílicos de los ácidos grasos. En productos con muy alto contenido graso, la cuantificación de AGT puede dificultarse por CG debido a interferencias con los ácidos grasos *cis*.

5.8 Contenido de AGT en alimentos

Se han realizado diversos estudios del contenido de AGT en alimentos. En leche y carne las concentraciones varían según la alimentación del animal, reportándose promedios de 3 a 8 % de AGT, con respecto al contenido total de las grasas. Este porcentaje está constituido principalmente por ácido vacénico (Hunter, 2005; Hayakawa *et al.*, 2000). Con respecto a los AGT industriales se observan variaciones importantes. El contenido en margarinas de países desarrollados hasta antes de los años 80's, era del 10 al 30% de las grasas. Posteriormente disminuyó al 3 %, debido a la preocupación por consumir dietas más sanas (Matsuzaki *et al.*, 1998; Pfalzgraf *et al.*, 1994; Slover *et al.*, 1985). Sin embargo, el contenido de ácidos *trans* en margarinas argentinas tanto normales, como ligeras (del inglés lights), oscila entre el 31 y el 33 %, mientras que en las margarinas búlgaras se encontraron concentraciones desde 0 hasta 11.2 % (Peterson *et al.*, 2004; Marekov *et al.*, 2002).

La concentración de AGT en productos de consumo popular difiere ampliamente. Por ejemplo, pan dulce y pastelillos alcanzan concentraciones de 5.7 % en España y

hasta de 16.5 % en otros países de la Unión Europea (Hulshof *et al* 1999; Parterisa *et al.*, 1999). En Europa las papas a la francesa servidas en restaurantes contienen desde 34 hasta 41 % de AGT, las pizzas 3.1 %, las hamburguesas 4%, las palomitas de microondas del 27 al 34 %, las sopas instantáneas del 0.48 al 41.6 % y los cereales del 10 % (Aro *et al.*, 1998; Fritsche, 1997).

Las galletas dulces argentinas presentan valores de ácido eláídico entre 1 y 18.5 % y las barras de cereales hasta del 32 %; en Estados Unidos los pastelillos, pasteles confitados y botanas, contienen 0.1 a 10.0, 0.1 a 7.0 y 0 a 4.0 % respectivamente (Peterson *et al.*, 2004; Satchithanandam *et al.*, 2004). Las concentraciones encontradas en aceites búlgaros para freír fluctúan entre 10.7 y 47% del contenido total de grasas (Marekov *et al.*, 2002).

Los alimentos para bebés también contienen AGT en concentraciones que fluctúan del 0.2 al 7.6 % (Ratnayake *et al.*, 1997; O'Keefe *et al.*, 1994; Berra, 1993; Hanson y Kinsella, 1981). En fórmulas infantiles las mayores concentraciones se encontraron en leches de España y Alemania (0.2-4.6 %), mientras que un estudio en alimentos canadienses indica concentraciones de AGT en cereales y galletas para bebés de 23 % y 37 %, respectivamente (Holub, 1999). No se encontraron estudios para alimentos mexicanos o elaborados en México.

Las diferencias entre los valores reportados de AGT para un mismo de alimento pueden deberse al método con que fueron detectados o a la cantidad de muestras analizadas. Sin embargo, principal factor de estas variaciones es se debe al tipo de ingredientes utilizados y eso depende de las costumbres alimenticias de cada país (Aro *et al.*, 1998). Esto nos indica la importancia de que en México se realicen estudios de manera precisa y controlada, con el fin de crear tablas y bases de datos confiables que contribuyan al cálculo preciso de la ingesta de AGT.

5.9 Metodologías para estimar el consumo de AGT en una población.

Las estimaciones del consumo de AGT se basan en recordatorios de 24 horas, cuestionarios, análisis de alimentos, y de tejido adiposo, entre otros. La precisión de los resultados dependerá de la o las fuentes utilizadas y por ello, muchos estudios resultan controversiales (Craig-Schmidt, 2001). Existen ventajas y desventajas para cada metodología empleada. Por ejemplo, los estudios que se basan en el consumo de determinados alimentos en un supermercado, no toman en cuenta las devoluciones de los clientes y el desperdicio del producto por roturas u otras causas. Esto puede llevar a sobreestimar el consumo de AGT de una población determinada.

Las determinaciones por métodos químicos son muy exactas pero requieren de una gran cantidad de muestras y marcas de una misma clase de alimento, debido a la variabilidad de ingredientes que presentan (Craig-Schmidt, 2001). Los recordatorios de 24 h y los cuestionarios deben ser validados antes de aplicarse y en algunos casos se dificultan por la escasez de datos sobre el contenido de AGT en los alimentos y por la ausencia de tablas y bases de datos oficiales en algunos países (Hayakawa *et al.*, 2000). Sin embargo, cuando se combinan los valores de la ingesta de AGT obtenidas de varios métodos a la vez, se pueden proyectar datos relativamente confiables (Craig-Schmidt, 2001).

5.10 Consumo de AGT en niños de países industrializados.

Los estudios realizados en países industrializados indican consumos diarios per capita de AGT de 5 a 8 g para Estados Unidos de Norteamérica, de 1 a 2 g en Corea y Japón y hasta de 12 g por día en el Reino Unido (Allison *et al.*, 1999; The British Nutrition Foundation, 1995; Ascherio *et al.*, 1994; Takahisa *et al.*, 1993; Mary *et al.*, 1990). La tendencia revela una reducción del consumo de AGT a través del tiempo, debida tanto a la preocupación por el consumo de dietas sanas, como a los avances en la tecnología de alimentos (Wagner *et al.*, 2000). Por ejemplo, en Alemania el consumo se

redujo de 4,5 a 5,4 g/día en 1979, a 2 g/día en 1999 (Steinhart *et al.*, 2003; Precht y Molkenti, 2000; Fritsche y Steinhart, 1999).

En el Reino Unido los consumos han disminuido de 12 g en 1983, a 2,8 g/día en 1995 (Craig-Schmidt, 2001). A finales de los años 90 empezó a realizarse el estudio TRANSFAIR en 14 países de la Unión Europea para la estimación del consumo de AGT. Para obtener datos más precisos, se usaron diferentes fuentes y metodologías, y se incluyeron sujetos de todas las edades. Los resultados mostraron que el menor consumo de AGT fue en los países mediterráneos (Italia y Grecia 1.4 g/día), mientras que los valores de consumo más altos se encontraron en Islandia con 5,4 g/día (Hulshof *et al.*, 1999).

El consumo de AGT está muy relacionado con los hábitos alimenticios de cada país. De lo anterior se infiere que los niños de Japón, Corea, Grecia e Italia, no presentan problemas de exceso en la ingesta. Sin embargo, no todos los estudios incluyen a los niños, olvidando que, en algunos casos, su dieta puede ser muy diferente por las golosinas y botanas que comen en la escuela, o por las tardes, mientras esperan el regreso de sus padres. Así lo demuestra un estudio austriaco en el que se determinó una ingesta de 5 g de AGT para los adultos y de 10 g para niños y adolescentes (Wagner *et al.*, 2000).

La ingesta de AGT en bebés no se ha determinado específicamente. Se sabe que una de las principales fuentes es la leche materna, cuyo contenido de AGT varía dependiendo de la dieta de la madre (Craig-Schmidt, 2001). Se reportan valores de 6 a 7% en leche de madres norteamericanas y menores al 0.5 % en leche de madres de Hong Kong (Chen *et al.*, 1997; 1995)

5.11 Consumo de AGT en Latinoamérica y México

En Latinoamérica la preocupación por el consumo de AGT es más reciente. Por ello los estudios son escasos y se orientan principalmente al contenido de AGT en los

alimentos, dejando para una fase posterior el cálculo del consumo. Baylin *et al.* (2007) investigaron la concentración de AGT en alimentos de la dieta de Costa Rica con el objeto de crear tablas oficiales para el país. Peterson *et al.* (2004) estimaron el contenido de AGT en alfajores, galletas y barras de cereal consumidos por adolescentes argentinos. A pesar de que no se determinó el consumo, los altos valores de AGT en cada tipo de alimentos, permiten a los autores recomendar la implementación de estrategias para mejorar la calidad nutricional de los jóvenes argentinos.

No se encontraron estudios de AGT en México los cuales se hacen indispensables, toda vez que en las últimas décadas nuestro país ha experimentado una transición alimentaria que ha traído como consecuencia el mayor consumo de azúcares y grasas y una mayor prevalencia de niños obesos (Ramírez-Mayans *et al.*, 2003). La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2006 (Olaiz-Fernández *et al.*, 2006), indica un aumento de la prevalencia de obesidad del 47 y 77 % para niños y niñas en edad escolar, respectivamente, en comparación con los datos obtenidos en 1999 (Rivera *et al.*, 2001).

El estilo de vida familiar, el aumento en el consumo de alimentos industrializados y de comidas rápidas contribuyen a este problema de manera significativa. El consumo de refrescos pastelillos y frituras promovido por la televisión (85 % de los comerciales destinados a su consumo) están provocando niños obesos y mal nutridos aún en las áreas rurales de nuestro país (Ramírez-Mayans *et al.*, 2003; Levi *et al.*, 2001; Hernández *et al.*, 1999). Estos datos son un indicio de que el consumo de AGT en la población mexicana pudiera haber aumentado en los últimos años. Sin embargo, se requieren estudios para probarlo.

5.12 AGT, enfermedad y obesidad infantil

Se han publicado diversos estudios que indican una correlación entre los AGT y las enfermedades cardiovasculares. Thomas *et al.* (1981) encontraron concentraciones elevadas de AGT en tejido adiposo proveniente de personas muertas por enfermedad

coronaria. En otros estudios se observó una marcada disminución del colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y un aumento de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y proteína A (Aro *et al.*, 1997; Khosla *et al.*, 1996; Katan *et al.*, 1995). Lo anterior provoca un desbalance en el perfil lipoproteico que es compatible con un riesgo aterogénico aumentado que es comparable al efecto del consumo excesivo de grasas saturadas (Lichtenstein, 2001; Hu *et al.*, 1997; Khosla *et al.*, 1996). En un estudio con más de 80,000 mujeres, Hu *et al.* (1997) no encontraron una relación significativa entre la ingesta de AGT y enfermedad coronaria. Sin embargo, ellos estimaron que el reemplazo de grasas saturadas y AGT, por grasas insaturadas no hidrogenadas, reduce significativamente el riesgo de enfermedad coronaria. En atención a diferentes indicios científicos, la Organización Mundial de la Salud ha recomendado una disminución de la ingesta de AGT tanto en niños como en adultos (IFST, 2007).

Los efectos negativos de la obesidad en etapas tempranas de la vida, se deben, entre otras causas, a la resistencia periférica a la insulina, el incremento de grasa abdominal, a la hipertensión arterial y a las dislipidemias. Se ha reportado la presencia de un perfil de lípidos séricos aterogénico, como el que provocan los AGT, hasta en el 30 % de niños y adolescentes con obesidad. Actualmente se conoce que este tipo de alteraciones están ligadas al desarrollo de la enfermedad coronaria en etapas posteriores (Guillman *et al.*, 1992).

En un estudio con niños y adolescentes duranguenses Salazar-Vázquez *et al.* (2005) encontraron que los niños y adolescentes obesos tuvieron niveles séricos de glucosa, triglicéridos, presión arterial y ácido úrico más elevados y niveles de HDL más bajos que los del grupo control. Otro estudio con niños y adolescentes mexicanos mostró un perfil de lípidos séricos aterogénicos en niños obesos, encontrándose una asociación positiva estadísticamente significativa de dislipidemia en el sexo femenino (Romero-Velarde *et al.*, 2007). Estos resultados indican una elevada prevalencia de riesgo cardiovascular que está siendo influida por la dieta. Sin embargo, son necesarios estudios para calcular la ingesta de AGT en los niños mexicanos, para poder correlacionarlos con el riesgo aterogénico.

Las dislipidemias tienen un alto componente genético y ambiental, pero también están relacionadas con las preferencias en la dieta. Según Lucas (1998) existen eventos tempranos como la nutrición intrauterina, el peso al nacimiento y una nutrición excesiva que influyen a largo plazo en el desarrollo de enfermedades coronarias. Otros investigadores también proponen que alteraciones en la nutrición fetal y el estado endócrino en el desarrollo, predisponen a enfermedades coronarias (Godfrey y Backers, 2000).

Las principales medidas de prevención primaria de las enfermedades coronarias están relacionadas con una dieta sana, la disminución del sedentarismo y el aumento de la actividad física (Kavey *et al.*, 2003). A pesar de que existen discrepancias en algunas metodologías utilizadas y de que hacen falta estudios actualizados, el consenso general es que el consumo de AGT provoca un desbalance en el perfil lipídico, aumentando el riesgo aterogénico (Hayakawa *et al.*, 2000). Por ello es necesario conocer el consumo de grasas saturadas y AGT en nuestra población infantil, a fin de tomar medidas preventivas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Esquema general de trabajo

El trabajo de tesis se dividió en 2 etapas (Figura 3). La primera consistió en un estudio de carácter epidemiológico para determinar la presencia de obesidad y sobrepeso en niños en edad escolar (6 a 11 años) en Torreón Coahuila. La investigación se basó en un estudio antropométrico de peso, talla e índice corporal. Al mismo tiempo se aplicaron encuestas a los sujetos medidos para determinar posibles causas genéticas, ambientales y de consumo de alimentos ricos en grasas; en este último contexto se analizaron las botanas dulces y saladas más consumidas por la niñez torreonense. Finalmente se aplicaron cuestionarios de recordatorio de 24 h a fin de relacionar obesidad con consumo.

La segunda etapa consistió en determinar la calidad de las grasas y el contenido y tipo de ácidos grasos *trans* presentes en las botanas, para finalmente realizar una aproximación del consumo de ácidos grasos *trans* en los escolares y posible influencia en los problemas de obesidad presentados por los niños.

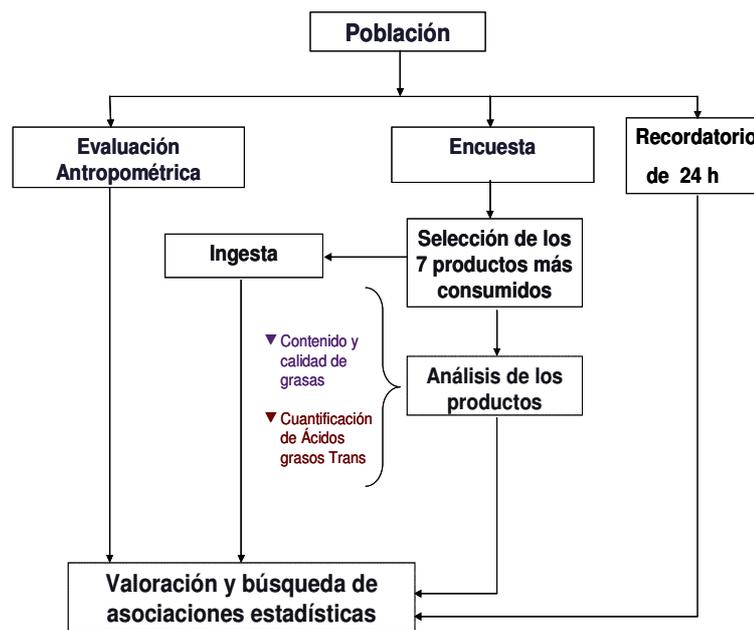


Figura 3. Esquema general de trabajo

6.2 Población de estudio

La población de estudio estuvo integrada por 1012 niños, del municipio de Torreón Coahuila, estudiantes de primaria del ciclo escolar 2006-2007, con edades comprendidas entre 6 y 11 años. El tamaño de la población se determinó a partir del padrón de primarias del municipio, proporcionado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) de la entidad.

Para determinar la ubicación de los sitios de estudio se realizó un muestreo sistemático aleatorio multi-etápico sin reemplazo, empleando el programa GIS (Sistema de Información Geográfica, por sus siglas en inglés). Con un mapa del Municipio de Torreón Coahuila el GIS delimitó 258 puntos geográficos de muestreo. A partir de éstos, se escogieron al azar, 90 sitios (el 35 %), en los que tendrían que localizarse las escuelas donde se obtendría la muestra de participantes (Pérez y col., 2005). Usando nuevamente el padrón de las escuelas primarias proporcionado por la SEP, se obtuvo el número y nombres de las escuelas existentes en cada uno de los 90 sitios. Para cada sitio se escogió una escuela al azar, completando así las 90 escuelas. En los casos en que

no existieron escuelas en los puntos determinados por el GIS, se seleccionaron las escuelas de los sitios circunvecinos. Para conocer el número de niños que tendría que estudiarse por escuela, se utilizó el programa STATA 7.

En cada una de las escuelas determinadas, se solicitó el permiso del director para realizar la investigación. Una vez obtenido, se efectuó un estudio descriptivo transversal, para determinar la incidencia de sobrepeso y obesidad. En cada escuela se escogieron los alumnos al azar y se les practicó la medición antropométrica. Además, se les aplicó, una encuesta de ingesta de alimentos y un cuestionario de antecedentes familiares y hábitos en el hogar, validados por el Centro de Investigación Biomédica de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Coahuila. A cada uno de los padres de los niños escogidos se le envió un boletín con una sección solicitando su autorización y otra, en la que se explicaron los objetivos del estudio y los procedimientos a utilizar.

6.3 Consideraciones Éticas.

Los datos y medidas antropométricas obtenidas en el estudio fueron manejados de manera estrictamente confidencial, el acceso a estos datos por parte de terceras personas fue denegado y los resultados obtenidos sólo se presentaron por los autores, en actividades de carácter estrictamente científico. Los protocolos de estudio estuvieron acordes a los procedimientos éticos implementados en la Universidad Autónoma de Coahuila.

6.4 Evaluación antropométrica.

Todas las mediciones del estudio se realizaron por personal previamente capacitado por el Instituto Mexicano de Enseñanza Superior, de Torreón Coahuila (IMES) para tal efecto. Las medidas antropométricas, peso y talla, se tomaron y registraron siguiendo las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1995), con los niños descalzos y vistiendo el mínimo de ropa. Los instrumentos de medición fueron previamente calibrados, siguiendo los protocolos de la Entidad Mexicana de

Acreditación (EMA). El peso se registró en kg., la talla en cm. y los pliegues cutáneos en mm.

Las mediciones antropométricas se hicieron con el apoyo de 2 licenciados en Nutrición del Instituto Mexicano de Estudios Superiores (IMES) de Torreón. El coeficiente de variación entre mediciones fue menor al 2.8 %. El peso se determinó situando al sujeto de pie en el centro de la plataforma de una báscula SECA 804 (SECA GMBH & Co, Hamburgo, Alemania) de 0 a 150 kg. con precisión de ± 0.10 kg. Se cuidó que los sujetos distribuyeran el peso por igual en ambas piernas, con los brazos colgando libremente a ambos lados del cuerpo y sin apoyarse en ningún objeto del alrededor.

La talla de pie o estatura se midió con un estadiómetro Holtain de $2.05 \pm 5 \times 10^{-4}$ m de precisión (Holtain Ltd, UK). El sujeto se colocó descalzo, de pie, completamente estirado, con los talones juntos y apoyados en el tope posterior y de forma que el borde interno de los pies formara un ángulo de aproximadamente 60 grados. Se cuidó que los glúteos y la parte alta de la espalda contactaran con la tabla vertical del estadiómetro. El antropometrista orientó la cabeza del estudiado en el plano de Frankfort y realizó una tracción de la cabeza a nivel de los procesos mastoides, para facilitar la extensión completa de la columna vertebral. Posteriormente se indicó al sujeto que realizara una inspiración profunda sin levantar las plantas de los pies y manteniendo la posición de la cabeza. En este momento se bajó lentamente la plataforma horizontal del estadiómetro hasta contactar la cabeza del sujeto, ejerciendo una suave presión para minimizar el efecto del pelo.

Para determinar el espesor de una doble capa de piel y del tejido adiposo se utilizó un compás de pliegues cutáneos (Harpenden) con precisión de 0.2 mm. El pliegue cutáneo se tomó con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, abriendo la pinza de unos 8 cm. Se elevó una doble capa de piel y su tejido adiposo subyacente en la zona señalada, efectuando una pequeña tracción hacia afuera para formar el pliegue manteniéndolo hasta el término de la medición. Con la mano derecha se aplicó el

compás, colocándolo a 1 cm. del lugar donde se tomó el pliegue, perpendicular al sentido de este y en su base. La lectura se efectuó aproximadamente a los dos segundos después de colocar el compás. Los pliegues cutáneos se midieron en lado derecho, tomando el valor medio de tres mediciones, descartando las medidas claramente erróneas.

Se calcularon los puntajes *Z* para cada niño del indicador talla para la edad (T/E). Se utilizó el índice de masa corporal para la edad (IMC/edad), con el fin de clasificar a los niños con sobrepeso u obesidad. El índice de masa corporal se calculó dividiendo el peso (kg) entre la talla (m²). $IMC = \text{peso kg} / \text{talla m}^2$ de acuerdo a la OMS (1995).

6.5 Encuesta y Recordatorio de 24 horas

Se aplicó una encuesta con 50 preguntas previamente validada en la Escuela de Medicina de la Universidad Autónoma de Coahuila y un recordatorio de 24 horas, a fin de estimar el consumo de lípidos y de ácidos grasos *trans*, en base al contenido nutricional de los alimentos reportados.

6.6 Muestras.

Se analizaron 6 lotes de cada una de las 7 botanas (dulces y saladas), seleccionadas en base a las encuestas; en total, 18 unidades experimentales por producto. Las muestras fueron compradas en supermercados y misceláneas locales; las botanas populares, en los carritos expendedores de las escuelas. Cada producto se codificó con diferente letra. Se preparo un homogenizado de 3 unidades para cada lote, y posteriormente se subdividió, obteniéndose así 3 repeticiones por lote.

6.7 Extracción de Lípidos.

Para la extracción de lípidos, se utilizó la metodología de Bligh y Dyer (1959) modificada de Folch *et al.* (1957). Se pesaron 50 g de muestra previamente

homogenizada a 20,000 rpm durante 2 min. con 90 mL de mezcla cloroformo/metanol (1:2 v/v) y 40 mL de agua bidestilada. La mezcla se homogenizó (Osterizer 465-015) durante 2 min a velocidad baja, después se agregó el doble del cloroformo inicial (60 mL) y se licuó otros 2 min a la misma velocidad. Posteriormente se centrifugó durante 10 min a 1500 rpm.

De la mezcla obtenida se extrajo la capa inferior con una pipeta Pasteur; esta fracción contenía la grasa y el solvente. La fase líquida de la extracción se hizo pasar por una columna preparada con fibra de vidrio como soporte y Na_2SO_4 previamente desecado; la columna se lavó 4 veces con cloroformo. Posteriormente, éste se evaporó en un Rotavapor Büchi R-114 a una temperatura de 40° C. El residuo se trasladó a un vial de vidrio de 10 mL reemplazando el aire con una corriente de N_2 . Los viales se sellaron y almacenaron a - 40° C hasta su uso.

6.8 Análisis de ácidos grasos

Los ácidos grasos se midieron como ésteres metilados de ácidos grasos (EMAG). Para prepararlos se siguió la metodología descrita por Slover y Lanza (1979). Se saponificaron 500 mg de grasa con 1 mL de metóxido de sodio en metanol (0.5 moles/L) durante 15 min, a 100° C en un baño de agua en ebullición. La solución se enfrió a temperatura ambiente y posteriormente se le añadió 1 mL del complejo trifluoruro de boro/metanol (14% peso) y se dejó reposar por 30 min. Después se añadieron 2 mL de hexano y 1 mL de agua bidestilada; la mezcla se agitó vigorosamente en un vortex y se centrifugó a 1000 rpm durante 5 min (J-20 Beckman, Alemania). La capa orgánica formada se succionó con una pipeta Pasteur y se transfirió a un matraz de aforación de 10 mL, aforándose con hexano. Posteriormente se colocó en un vial ámbar de 15 mL y el aire se reemplazó utilizando una corriente de nitrógeno. Los viales se sellaron y almacenaron a - 40°C.

Los EMAG se analizaron por cromatografía de gases. La muestras se inyectaron en un cromatógrafo de gases (CG) (Agilent Technologies 6820, EUA) equipado con un

detector de ionización de flama para separar los ésteres metilados mediante una columna capilar CP-Sil 88 capilar de sílice fundido (Agilent, EUA); largo 120 m, Ø 0.2 mm; fase estacionaria interna de Cianopropilsilicon 100 %, grosor de 0.20 µ. Las condiciones fueron de 120° C por 5 min, llegando a 210° C a razón de 3°C/min y enseguida hasta 240° C a 1°C/min hasta completar un tiempo de corrida de 65 min. Las temperaturas del inyector y del detector fueron de 260° C. Se utilizó helio grado 4.7 como acarreador. Los EMAG se identificaron por comparación con los tiempos de retención de los estándares de referencia.

6.9 Cuantificación del contenido graso.

Para la cuantificación del contenido graso las muestras preparadas por trituración se analizaron por triplicado y se sometieron a reflujo por 4 horas con éter etílico a través del método de Soxhlet (963.15) según Método Oficial de la AOAC (1990).

6.10 Determinación de la calidad de la grasa

Para determinar la calidad de la grasa (Rancidez hidrolítica o Rancidez oxidativa) a cada muestra se le determinaron por triplicado los ácidos grasos libres y el índice de peróxidos. El índice de acidez se obtuvo titulando con NaOH las muestras solublizadas en éter dietílico/etanol al 95% en relación 1:1, usando fenolftaleína como indicador; el procedimiento se hizo de acuerdo al Método oficial Ca Sa-40 de la A.O.A.C (1990). Para el índice de peróxidos la muestra problema se disolvió en ácido acético y cloroformo y posteriormente se trató con solución de yoduro de potasio; el yodo liberado se tituló con solución valorada de tiosulfato de sodio, de acuerdo al método oficial Cd 8-53 (AOAC 1990.)

6.11 Aporte de ácidos grasos *trans*.

El aporte de AGT de las botanas estudiadas a la dieta de los niños torreonenses en edad escolar se obtuvo a partir de los resultados de la cuantificación de AGT en los 7

productos estudiados y la cantidad y frecuencia de su consumo, según los cuestionarios aplicados

6.12 Diseño Experimental

Para los resultados derivados de la encuesta se realizó un análisis descriptivo y/o correlaciones de Spearman con significancia a $p < 0.05$. Los resultados relacionados con los ácidos grasos se analizaron por medio de un diseño completamente al azar. Los datos se procesaron por medio de un análisis de varianza (ANOVA), la comparación de medias por Tuckey, empleando un nivel de significancia de 0.05 empleando para tal efecto el programa SAS (Statistical Analysis System).

7. RESULTADOS

7.1 Descripción de la Población de estudio

Se obtuvieron las medidas antropométricas y se practicaron encuestas a un total de 1012 escolares, de 6 a 12 años de edad. Los participantes fueron escogidos al azar, en las primarias públicas y privadas de Torreón Coahuila. La Tabla I resume la descripción general de la población estudiada. La mayoría (68.8 %) fueron niñas; la proporción de infantes de 7 (20.6 %) y 8 años (22.1 %) fue ligeramente mayor, seguida de infantes de 9 a 11 años (11 a 19 %). El 7.1 % y 0.9 % restantes, fueron niños de 6 y 12 años de edad, respectivamente. Aproximadamente la mitad de la población de estudio acude a escuelas públicas y la otra mitad a escuelas privadas. El 82 % de los niños vive con ambos padres, el 16 % sólo con la madre y el resto con el padre u otro familiar. En el 46.3 % de las familias trabajan ambos padres, en el 40.7, sólo la madre y en el 11.7 % únicamente el padre; La mayoría de las familias cuenta con un ingreso de suficiente a regular y el 80.5 % tiene casa propia.

Tabla I**Descripción general de la población de estudio**

Variable		Cantidad	Porcentaje
Sexo	Femenino	696	31.2
	Masculino	316	68.8
Edad (años)	6	72	7.1
	7	208	20.6
	8	224	22.1
	9	191	18.9
	10	188	18.6
	11	119	11.8
	12	9	0.90
Escuela	Pública	472	46.7
	Privada	540	53.3
Vive con	Madre	154	16.0
	Padre	7	0.70
	Ambos	831	82.1
	Otro familiar	20	1.2
Trabaja en la familia	Padre	110	11.7
	Madre	412	40.7
	Ambos	469	46.3
	Hijos	19	1.9
	Otro familiar	2	0.2
Ingreso	Bueno	116	12.1
	Suficiente	482	47.6
	Regular	372	36.8
	Insuficiente	36	3.60
	Otro	197	19.5

7.2 Sobrepeso y obesidad en la población de estudio

La obesidad es el aumento de grasa corporal y, entre los indicadores antropométricos, se ha escogido al índice de masa corporal (IMC) para diagnosticarla. Lo anterior debido a que este indicador correlaciona con el porcentaje de grasa corporal tanto en niños como en adultos (Sarria *et al.*, 2002; Piazza, 2005). La figura 4 muestra la prevalencia en sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida encontrada en la población estudiada y determinada en base al IMC de los niños.

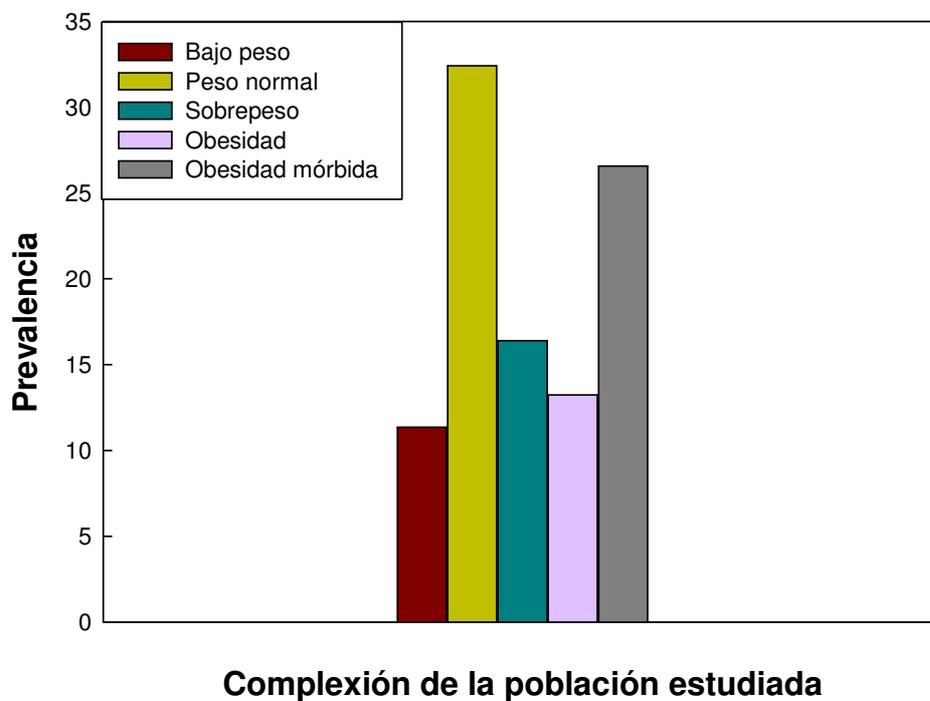


Figura 4. Sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida en niños torreonenses de edad escolar

Se observó sobrepeso aproximadamente en el 16 % de los niños, obesidad en el 13 % y obesidad mórbida en el 27 %. En total, casi el 40 % de la población presenta algún tipo de obesidad.

En la Tabla II se resumen los descriptores de la población que presentó problemas de peso en este estudio

Tabla II

Principales variables de la población con problemas de peso

	Variable		Observaciones	Porcentaje
	SOBREPESO	Sexo	Niños	44
Niñas			166	43.5
Edad (años)		6	7	4.22
		7	32	19.28
		8	33	19.88
		9	26	15.66
		10	33	19.88
		11	31	18.67
		12	4	2.41
Escuela		Pública	67	40.36
		Privada	99	59.64
Grado que cursaban		1°	30	18.07
		2°	27	16.27
	3°	28	16.87	
	4°	32	19.28	
	5°	48	28.92	
	6°	1	0.60	
OBESIDAD	Sexo	Niños	37	27.66
		Niñas	98	72.34
	Edad (años)	6	10	7.41
		7	25	18.52
		8	27	20.00
		9	34	25.19
		10	23	17.04
	Escuela	Pública	57	42.26
		Privada	78	57.74
	Grado que cursaban	1°	24	17.77
		2°	29	21.48
		3°	29	21.48
		4°	25	18.52
5°		28	20.74	
OBESIDAD MORBIDA	Sexo	Niños	99	36.80
		Niñas	170	63.20
	Edad (años)	6	10	3.72
		7	46	17.10
		8	62	23.05
		9	58	21.56
		10	63	23.42
		11	27	10.04
		12	3	1.12
	Escuela	Pública	103	38.29
		Privada	166	61.71
	Grado que cursaban	1°	30	11.15
		2°	61	22.68
3°		57	21.19	
4°		68	25.28	
5°		53	19.70	

7.3 Antecedentes familiares de obesidad.

Para contar con datos sobre antecedentes familiares que puedan servir en estudios posteriores, se incluyeron preguntas en el cuestionario sobre antecedentes de obesidad familiar y algunas de las enfermedades relacionadas con este mal. En la figura 5 se observa el porcentaje de madres y padres obesos en la población en estudio, la tendencia corresponde a lo esperado; existe una mayor cantidad de madres y padres o de ambos progenitores obesos, en los grupos de los niños que presentaron sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida, que en los niños con peso normal.

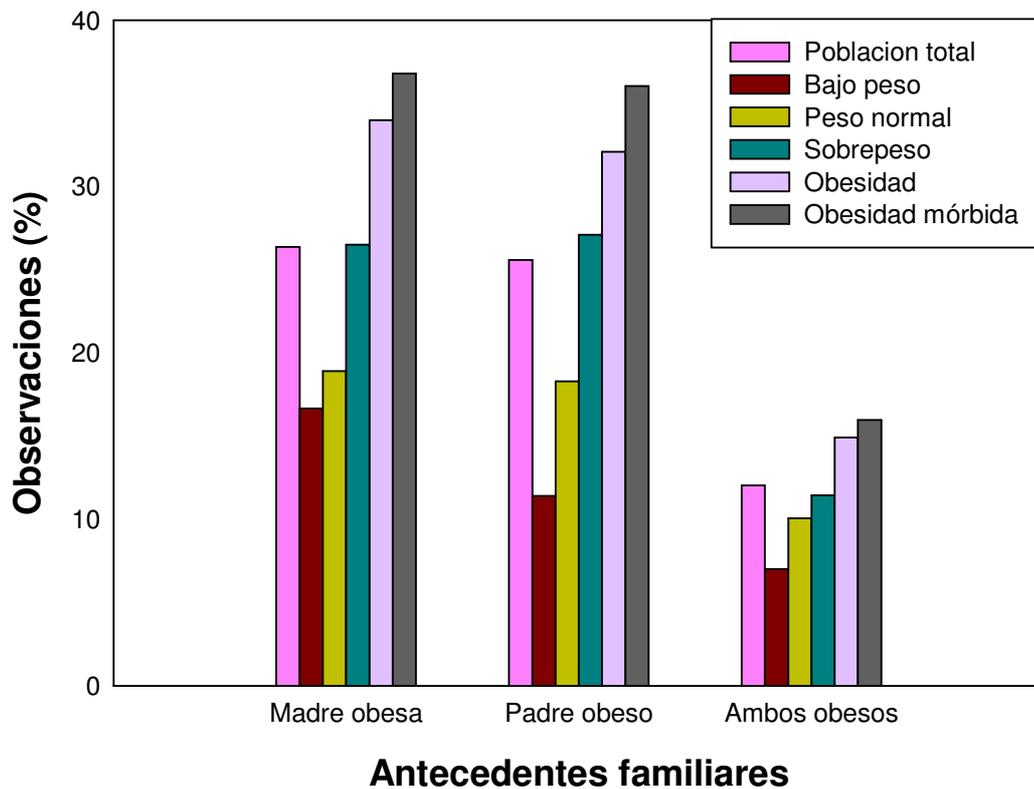


Figura 5. Cantidad de padres obesos en los diferentes grupos de compleción

En los grupos de niños con sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida se encontró que el 27, 32 y 37 % tienen, respectivamente, por lo menos un padre obeso. El 11, 15 y 16 % de niños con sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida, tienen dos padres obesos,

respectivamente. Por otro lado, en las poblaciones de niños con bajo peso y peso normal se encontró que existen entre 11 y 19 % tienen un solo progenitor obeso y entre 7 y 10 % tienen dos.

Se encontró una correlación de Spearman significativa entre la complejión de los niños con problemas de peso y la obesidad de los padres; ésta fue de 0.190 ($p = 0.004$). Lo anterior es un indicio de que el ambiente familiar influye en la obesidad de algunos de los niños con problemas de peso. Sin embargo, para poder afirmar que en estos niños existen antecedentes genéticos familiares relacionados con su peso, se requieren de mayores estudios. Por otro lado, no se encontró una correlación significativa entre la complejión del niño y la presencia de obesidad en abuelos y hermanos.

En la Tabla III se observan las correlaciones de las principales enfermedades relacionadas con la obesidad. No hubo correlación entre las enfermedades y los progenitores masculinos obesos. En cambio, se encontraron correlaciones positivas entre la obesidad de la madre con la diabetes y la hipertensión. Por otro lado, no hubo correlación entre obesidad en madre y cáncer.

Tabla III

Correlación entre padres obesos y enfermedades ligadas a la obesidad presentes en la familia de escolares torreonenses

	Padre obeso	Ambos obesos	Diabetes	Hipertensión	Cáncer
Madre obesa	0.172 $p = 0.000$	0.758 $p = 0.000$	0.121 $p = 0.003$	0.162 $p = 0.000$	0.064 $p > 0.05$
Padre obeso			0.015 $p > 0.05$	0.064 $p > 0.05$	-0.0182 $p > 0.05$
Diabetes				0.194 $p = 0.000$	-0.109 $p = 0.009$
Hipertensión					0.178 $p = 0.000$

Valores significativos a $p < 0.05$

7.4 Ambiente obesogénico del escolar torreonense.

En el presente trabajo se analizaron algunos aspectos determinantes del ambiente obesogénico como son: las horas que el niño pasa viendo televisión y la tendencia al sedentarismo por falta de ejercicio y el consumo de comida chatarra.

7.4.1 Horas observando TV

El promedio de horas de observación de la televisión reportado por los infantes fue de 2.45 ± 0.9 h, con un máximo de 5 h. Se encontró una correlación de 0.319 ($p < 0.0002$), con la cantidad de horas de observación de TV y el consumo de botanas.

En este estudio se encontró una correlación positiva de 0.19 ($p = 0.013$) entre el número de horas que el niño ve TV y el número de veces que el niño come entre comidas.

No se encontró correlación entre el número de horas de TV y la complejión o la masa corporal de los niños. Lo anterior pudo deberse a que los niños con sobrepeso y obesidad mienten a cerca de las horas que pasan viendo la televisión o a que la tendencia en todos los grupos de complejión es general y otros factores están influyendo. Por otro lado, este estudio debe completarse con datos sobre el tiempo que algunos niños dedican a los videojuegos y al internet.

7.4.2 Tendencia al sedentarismo

Según el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el sedentarismo es el principal factor que favorece el sobrepeso y la obesidad.

En el caso de la población estudiada, del 66 al 68 % de los niños reportaron no realizar ningún tipo de actividad física, independientemente de la complejidad. Lo anterior indica que existe una tendencia al sedentarismo en los niños torreonenses en edad escolar; esta tendencia fue ligeramente mayor en las niñas, donde se encontró una correlación entre el sexo del infante y el ejercicio (0.08, $p = 0.02$). Este comportamiento se ha observado también en poblaciones de infantes finlandeses (Telema y Yang, 2000).

Únicamente del 30 al 36 % de los infantes reportó realizar ejercicio en la Escuela indicando la necesidad de una mayor supervisión de la Secretaría de Educación Pública para que las clases de educación física sean efectivas y para que se promuevan otras actividades alternativas dentro y fuera de la escuela.

Por otro lado, sólo el 26 % de los niños indicó realizar ejercicio en casa, correlacionando significativamente lo anterior con el nivel de ingreso (0.199, $P = 0.000$) y con la población de niños que acuden a clubes deportivos (0.213, $P = 0.000$). En la figura 6 observamos que los niños con bajo peso y peso normal que dijeron realizar actividad en casa, indicaron que ésta se realiza preferentemente a través de caminar o correr, mientras que los niños con problemas de peso prefieren realizar otro reporte no especificado. No fue posible verificar estos datos. Para estos casos se requiere de un mayor seguimiento que involucre la participación de los padres de familia.

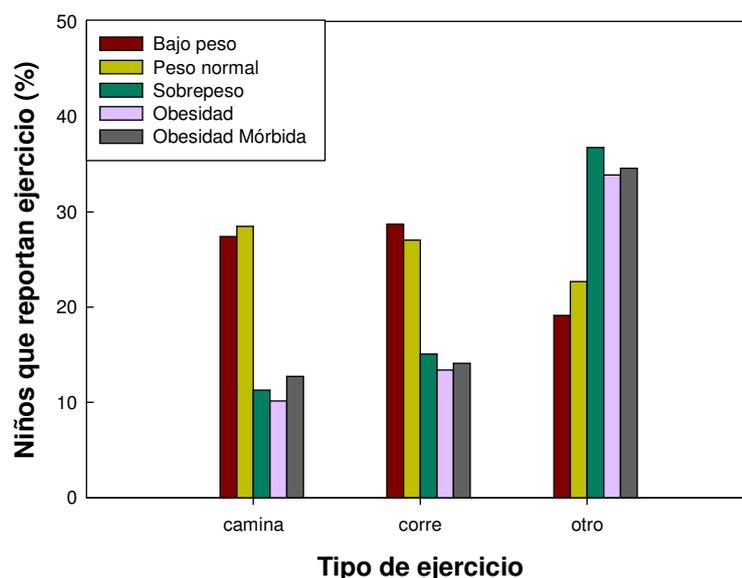


Figura 6. Tipo de ejercicio realizado por niños torreoneses que practican actividad física en casa

7.4.3 Preferencia y consumo de botanas saladas y dulces en niños torreoneses

En la encuesta aplicada en este estudio se hicieron preguntas para conocer la preferencia de los niños por las botanas correspondientes a las 20 marcas más vendidas, según estudios de mercado realizados por de la Rosa (2008). Se incluyeron además, 2 botanas de elaboración casera, debido a la accesibilidad de su precio para los infantes de bajos recursos y a que éstos indicaron que eran sus preferidas.

La Tabla IV sintetiza los resultados obtenidos. Los takis, las palomitas, las papas y 2 botanas caseras, a las que denominaremos chetos y rueditas populares, fueron las botanas saladas más preferidas. En el caso de las botanas dulces los infantes mostraron mayor predilección por las galletas chokis y emperador. Debido a lo anterior se determinó que éstas serían las botanas que se analizarían en cuanto al contenido y calidad de lípidos y al contenido de ácidos grasos *trans*.

Tabla IV

Preferencia en el consumo infantil por botanas saladas y dulces

Botana o golosina	La prefieren		No la prefieren		
	Observaciones (%)		Observaciones (%)		
	Takis	510	50.4	502	49.6
	Palomitas	487	45.2	555	54.8
S	Papas Rufles	447	44.2	565	55.8
A	Cheto popular	410	40.5	602	59.5
L	Ruedita popular	408	40.3	604	59.7
A	Doritos	407	40.2	605	59.8
D	Papas Chips	289	28.6	723	71.4
A	Chetos retorcidos	258	20.4	754	79.6
S	Rancheritos	207	20.5	805	79.5
	Chetos puf	156	15.4	856	84.6
	Chicharrones	84	8.3	928	91.7
	Choquis	536	53.0	476	47.0
	Emperador	526	52.0	486	48.0
	Gansito	420	41.5	592	58.5
D	Donitas	414	40.9	598	59.1
U	Barritas	328	32.4	684	67.6
L	Pingüinos	316	31.2	696	68.8
C	Chocorroles	305	30.1	707	69.9
E	Oreo	296	29.2	716	70.7
S	Suavi-cremas	231	22.8	781	77.2
	Submarinos	169	16.7	843	83.3
	Polvorones	158	15.6	854	84.4

Dentro de la industria de las botanas, las papitas, palomitas, botanas de maíz y las galletas con relleno y pastelillos, se han posesionado como productos de gran consumo popular. Su demanda se debe entre otras cosas a su sabor y fácil acceso, su precio y la satisfacción de manera inmediata del antojo. De acuerdo con el cuestionario aplicado los niños compran diariamente este tipo de botanas y golosinas para su propio consumo y porque se venden en la tiendita de la escuela o en las que se encuentran cerca de su casa. Prefieren los empaques individuales y los principales factores que determinaron la compra fueron el sabor y la marca. Un factor adicional que influyó de manera importante, sobre todo en el caso de los niños de las escuelas públicas, fue el precio del

producto. Por ello también se consumen las rueditas y “chetos” populares, que son botanas infladas de elaboración casera.

Con el objeto de buscar una relación entre el consumo de botanas y la obesidad en la población estudiada, se cuestionó a los niños sobre la cantidad de paquetes consumidos durante la semana. En las figuras 7 y 8 se observa que el 25 y 75 % de los niños (representados por el rectángulo), consume 0 y 1 paquete de cada tipo de botana por semana, respectivamente. Los asteriscos representan la cantidad de paquetes reportados por el 25 % de la población restante.

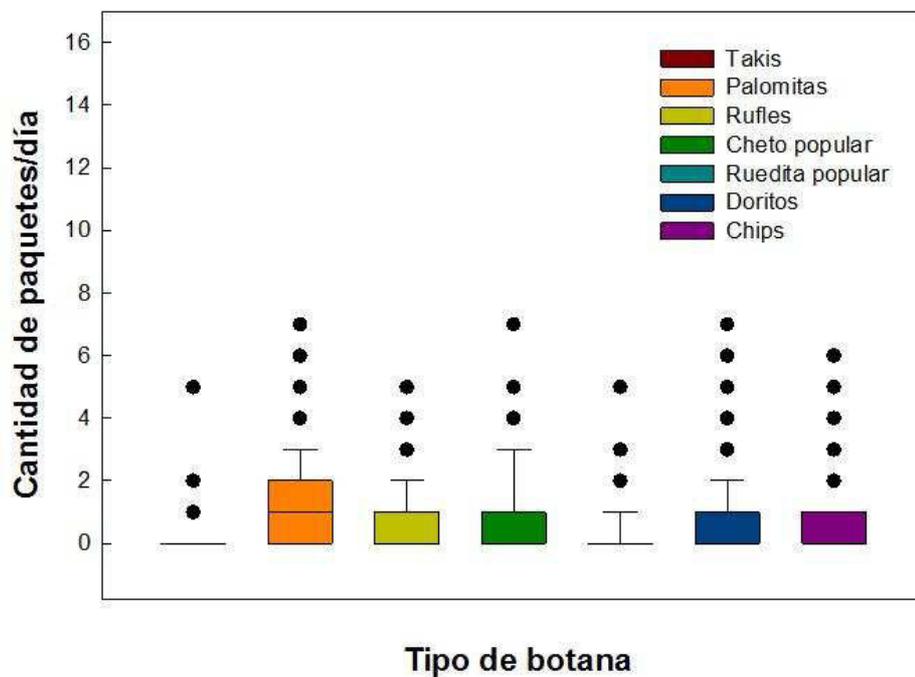


Figura 7. Cantidad de botanas saladas consumidas a la semana por niños torreonenses en edad escolar. Los cuadros representan del 25 al 75 % de las observaciones, las líneas, el error estándar y los asteriscos las observaciones que salen de los dos anteriores parámetros

En el caso de las botanas saladas (figura 7) el mayor número reportado por los niños fue de 8 paquetes de un solo tipo de botana por semana y en la de botanas dulces (figura 8) hasta 10 paquetes de un tipo específico por semana.

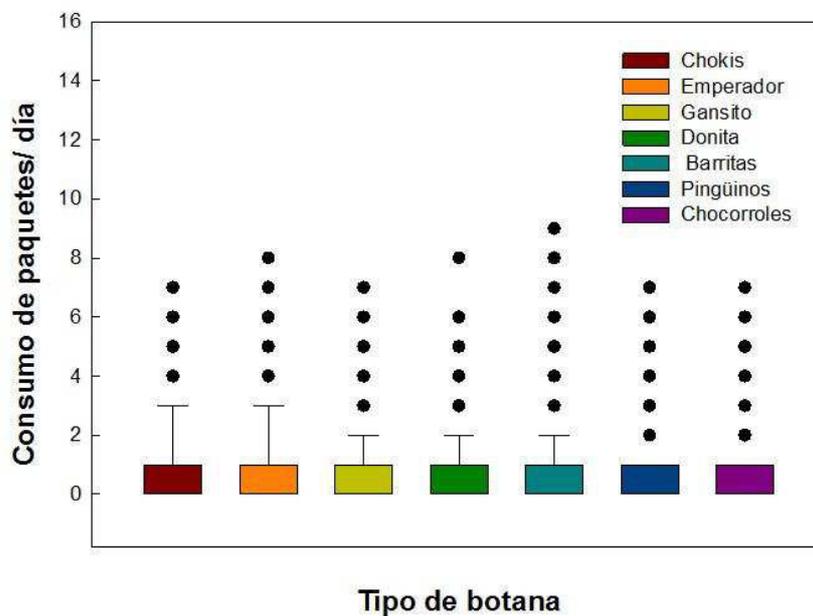


Figura 8. Cantidad de botanas dulces consumidas/semana. Cuadros: 25 al 75 % de las observaciones; líneas: error estándar; asteriscos: observaciones que salen de los dos anteriores parámetros.

El consumo total reportado por los 1012 niños encuestados, fue de 11,037 paquetes de botanas por semana (entre 66 mil y 70 mil pesos). Con estos datos y los anteriores se puede considerar que la población estudiada consume entre 1 y 1.5 paquetes diarios, con un gasto de entre 5 y 9 pesos/día. El aporte de calorías, grasas, sodio y carbohidratos, dependerá del tipo de botana consumida. De acuerdo con la información nutrimental reportada en la etiqueta de algunas de las botanas más consumidas por la población en estudio (Tabla V), el consumo energético diario aproximado es de entre 170 y 254 Kcal/porción/niño y de entre 8.7 y 13.1 g de grasa/porción/niño, como lo indica la Tabla VI.

Tabla V

Información nutrimental de algunas de las botanas más consumidas por niños torreonenses en edad escolar

Información	Takis	Emperador	Papas	Palomitas	Chokis
Precio (pesos mexicanos)	5.70	6.00	6.00	6.00	6.00
Tamaño porción (g)	56	32.25	25	30	31.6
Porciones x paquete	1	2.5	1.6	2.83	2
kcal/porción	264	150	128	153.7	152
Proteína (g)	3.2	2	1	2.8	2
Carbohidratos (g)	30	22.2	13	16.5	20.8
Fibra dietética (g)	3.5	1	1	1.8	1
Azúcares (g)	0.1	10.8	0	0.15	10.5
Grasas (g)	14.6	5.9	8	8.5	6.7
Grasas monoinsaturadas (g)	6.1	2.2	3	3.3	1.8
Grasas poliinsaturadas (g)	1.9	0.7	1	1.2	0.5
Grasas Trans (g)	0	0	0	0	0
Grasas saturadas (g)	6.6	3.1	4	4	4.1
Sodio (mg)	497	135	140	300	135

Fuente: etiqueta del producto

Tabla VI

Aporte diario promedio por porción de energía y de nutrientes al consumir 1 o 1.5 paquetes de las botanas preferidas por niños torreonenses

Información	Consumo/ 1 paquete		Consumo/ 1.5 paquetes	
	X	D.E	X	D. E
kcal/porción	169.5	53.8	254.3	80.7
Proteína (g)	2.2	0.84	3.3	1.3
Carbohidratos (g)	20.5	6.4	30.8	9.7
Fibra dietética (g)	1.66	1.1	2.5	1.6
Azúcares (g)	4.31	5.8	6.5	8.7
Grasas (g)	8.74	3.4	13.1	5.2
Grasas monoinsaturadas (g)	3.28	1.7	4.9	2.5
Grasas poliinsaturadas (g)	1.06	0.54	1.6	0.81
Grasas trans (g)	0	0	0	0
Grasas saturadas (g)	4.4	1.3	6.5	1.9
Sodio (mg)	241.4	159.4	362.1	239.21

X: media; D.E: desviación estándar

Para conocer si existe una correspondencia entre la cantidad de botanas que los niños reportan consumir y la complejión determinada en los niños por las mediciones antropométricas, se realizó un análisis de correlación de Spearman. Se observó una correlación negativa entre la complejión (bajo peso, peso normal, sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida) y el consumo total de botanas reportadas (- 0.181 $p=0.0013$); es decir, un menor consumo, a medida que aumenta el peso de los infantes. Esto pudo deberse a que los niños con obesidad mórbida reportan un menor consumo que el resto, posiblemente por presión social o porque en realidad están siendo cuidados por sus padres para reducir el consumo de alimentos chatarra.

También se realizó un análisis de correlación de Spearman en cada grupo de complejión para conocer si la edad de los niños está relacionada con el consumo de botanas (Tabla VII). Únicamente hubo correlación en el grupo conformado por los niños con peso normal con una correlación positiva que muestra un mayor consumo al aumentar la edad de los escolares de este grupo. En el resto de los grupos el consumo de botanas no estuvo relacionado con la edad de los niños.

Tabla VII

Relación entre el consumo de botanas y la edad del escolar

Complejión	Correlación
Bajo peso	0.0476 $p = 0.60$
Peso normal	0.132 $p < 0.003$
Sobrepeso	0.000 $p < 0.05$
Obesidad	0.071 $p = 0.423$
Obesidad mórbida	0.0601 $p = 0.326$

Variables positivas con $p < 0.05$ tienden a aumentar

7.5 Cantidad y calidad de la grasa aportada por las botanas más consumidas

De acuerdo a los hábitos de consumo de los niños escolares de este estudio, las botanas saladas más consumidas son las palomitas de maíz y las frituras. Entre estas últimas se encuentran las papas fritas, una marca de tortillitas de maíz fritas y condimentadas (Takis) y dos frituras de trigo inflado de elaboración artesanal. Con el objeto de conocer el contenido graso de las botanas artesanales y de corroborar el reportado en la etiqueta de las botanas comerciales, se obtuvieron extractos lipídicos de las botanas para determinar por triplicado el contenido de grasa por la técnica de Goldfish. La figura 9 muestra los resultados obtenidos.

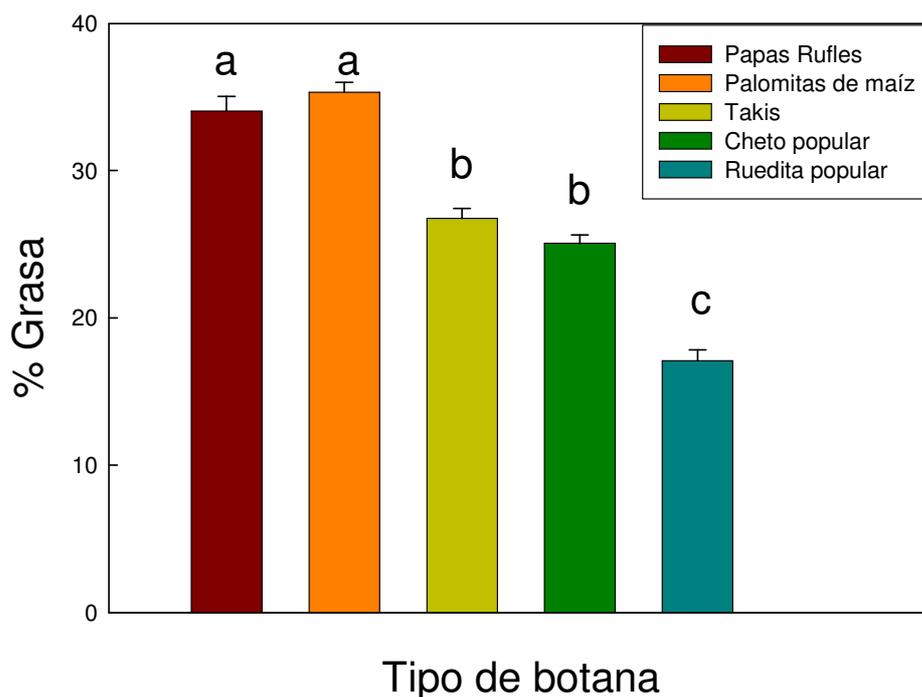


Figura 9. Contenido graso de las botanas saladas preferidas por los niños torreonenses. Diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Las palomitas y las papas fritas mostraron los valores más altos (36 y 34 %, respectivamente). No hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambas. Por otro lado, los Takis y el cheto popular, presentaron valores estadísticamente iguales de contenido graso; éstos fueron del 24 al 25 %. La botana de trigo inflado 2 (ruedita popular), expandida a granel, fue la que presentó contenidos más bajos de grasas (16-18 %), comparables a los encontrados en las pizzas.

En la figura 10 se muestra el índice de deterioro de las botanas muestreadas

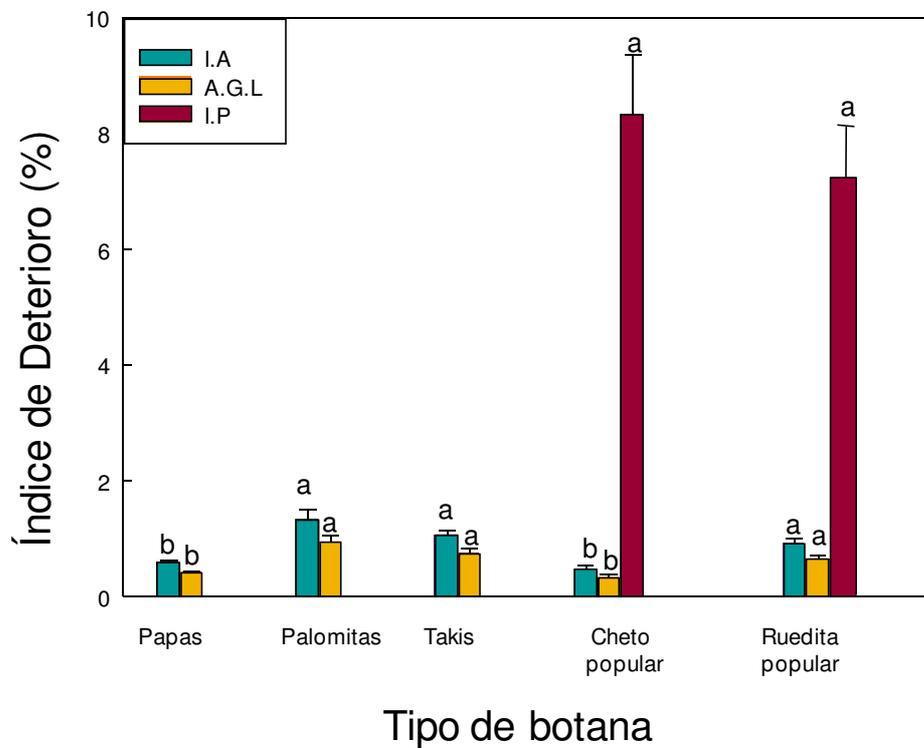


Figura 10. Índice de deterioro de los lípidos contenidos en las botanas saladas preferidas por niños torreonenses. I. A, índice de acidez; A.G.L, índice de ácidos grasos libres; I.P, índice de peróxidos. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el mismo tipo de reacción de deterioro determinado a las diferentes botanas.

Los aceites y las grasas presentes en los alimentos son susceptibles de enranciarse o descomponerse provocando cambios en el sabor, el olor y el valor nutritivo de los alimentos.

Sin embargo, todos los valores estuvieron dentro del rango considerado en el CODEX STAN 114-1981, para las papas fritas. Dicho CODEX indica que el contenido de A.G.L no debe ser superior al 1.5 %. Por otro lado, el reglamento de control sanitario de productos y servicios de la secretaria de Salud marca hasta un 2 % de A.G.L. (Profeco, 2008), mientras que la industria botanera aplica un valor máximo de 0.45 % de A.G.L. (comunicación personal, Barcel).

La presencia de peróxidos se detectó únicamente en las botanas caseras que son productos elaborados con bajo control de proceso y sin el uso de antioxidantes. No se detectaron peróxidos en las botanas comerciales por los métodos usados en este estudio. Lo anterior puede deberse a los cuidados de la industria para prevenir la rancidez. Entre éstos se encuentran la adición de antioxidantes, la protección con empaques especiales que impiden el paso de la luz y además son impermeables a la humedad. Otro de los cuidados es evitar la reutilización excesiva del aceite de freído (Fennema, 1993). Una estrategia más reciente es empaquetar a las botanas en presencia de gases inertes. Esta práctica, aumenta la resistencia a la rancidez oxidativa hasta por 3 o 4 semanas (Anton, 2010).

El índice de peróxidos para las botanas artesanales fluctuó entre 7.5 y 8.2 mE/kg. Esta concentración sobrepasa el límite permitido por la industria botanera que es de 5 mE/kg y el del reglamento de la Secretaría de Salud que es de 7 mE/kg (Profeco, 2008). Es importante destacar que la rancidez oxidativa afecta al valor nutricional del producto y a la larga, a la salud del consumidor. Una manera de atenuar este daño es enseñando buenas prácticas de manufactura a los pequeños productores y educando a padres y a niños a fin de disminuir el consumo.

En las botanas dulces se observaron contenidos de grasa del 20 ± 2 % para los sándwich Emperador y del 23 ± 2 % para las galletas Chokis con chispas de chocolate. No se pudo detectar la presencia de peróxidos en ninguno de los dos productos, mientras que los contenidos correspondientes al índice de acidez y a los ácidos grasos libres estuvieron por debajo del 1.2 %, como lo indica la figura 11. De lo anterior se concluye

que la calidad de las grasas contenidas en las botanas dulces fue buena, de acuerdo con los parámetros del Codex y de la Secretaria de Salud antes mencionados.

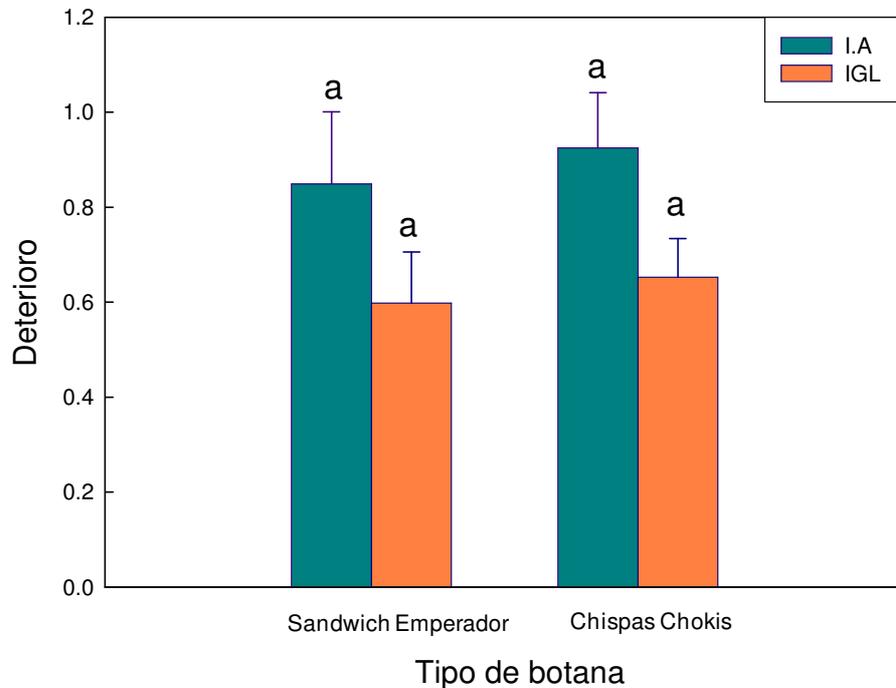


Figura 11. Índice de deterioro de los lípidos contenidos en las botanas dulces preferidas por niños torreonenses. I. A, índice de acidez; A.G.L, índice de ácidos grasos libres; Letras iguales indican que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los valores encontrados en los dos tipos de b

7.6 Determinación de ácidos grasos *trans*

Para cuantificar los ácidos grasos *trans* de los 7 productos más consumidos por los niños torreonenses se utilizó el método de cromatografía de gases. Las muestras de los productos seleccionados se metilaron para obtener los correspondientes ésteres metílicos. Los AGT se identificaron comparando el tiempo de retención de los picos obtenidos con los tiempos de retención encontrados en los estándares: Supelco 37 Component FAME Mix, conteniendo entre ellos ácido eláídico, ácido petrosaelaídico,

ácido vaccénico, ácido linoléico y ácido linolénico. En todas las muestras procesadas, únicamente se pudo detectar la presencia de ácido *trans* elaidico.

El cromatograma típico de la mezcla de los 37 ácidos grasos se presenta en la Figura 12 identificando el ácido elaidico con un tiempo de retención de 45.709.

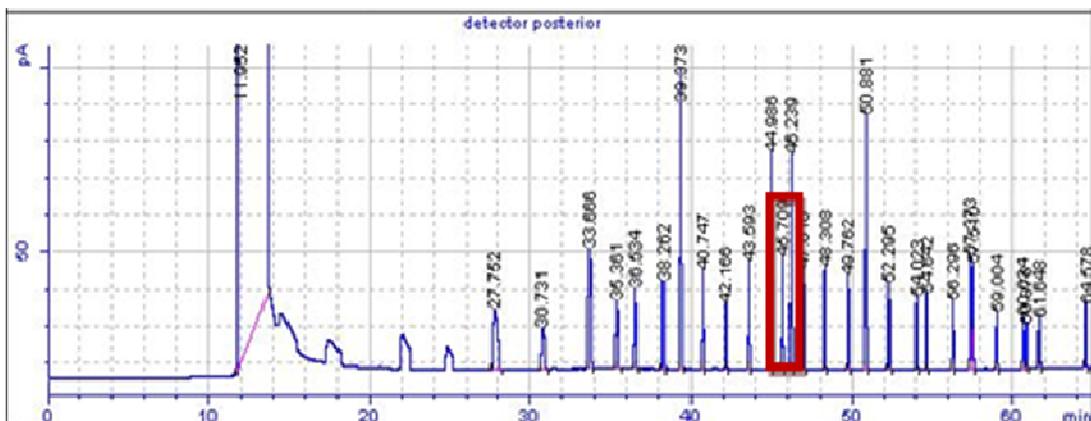


Figura 12. Perfil cromatográfico del estándar de 37 ácidos grasos a 600 ppm., con tiempo de retención de 45.709 para el ácido elaidico. (Columna capilar CP-Sil 88; largo 120m x Ø 0.2mm x 0.20µ. Temperatura inicial de 120°C por 5 min, llegando a 210°C a razón de 3°C/min y enseguida hasta 240°C a 1°C/min hasta completar un tiempo de corrida de 65 min).

Para corroborar que el pico realmente correspondía al ácido elaidico, se fortificaron muestras de estándares con 600 ppm. de ácido elaidico. La Figura 13 presenta el cromatograma típico obtenido, indicando un aumento en el área bajo la curva del pico con que presentaba un tiempo de retención de 45.702. Con lo anterior se comprobó que efectivamente correspondía a ácido elaidico.

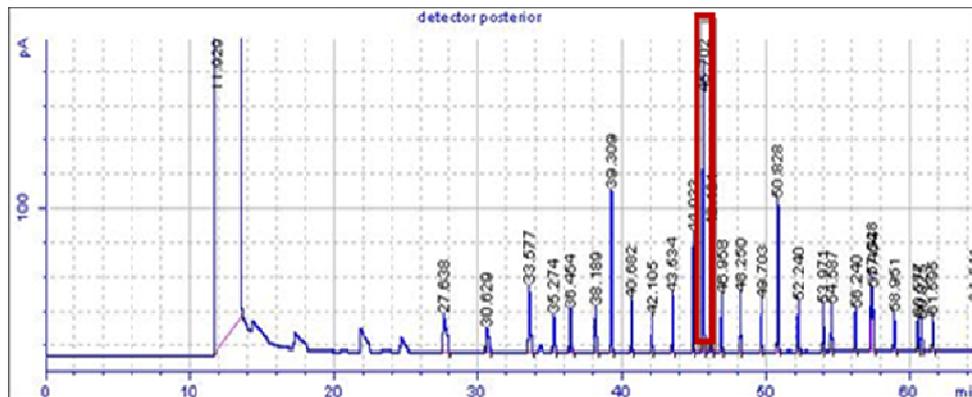


Figura 13. Perfil cromatográfico del estándar de 37 ácidos grasos a 600 ppm., fortificado con ácido eláidico con tiempo de retención de 45.709. (Columna capilar CP-Sil 88; largo 120 m x Ø 0.2 mm x 0.20µ. Temperatura inicial de 120°C por 5 min, llegando a 210°C a razón de 3°C/min y enseguida hasta 240°C a 1°C/min hasta completar un tiempo de corrida de 65 min).

Para determinar la concentración del ácido eláidico en cada muestra se desarrollaron las curvas de calibración correspondientes para cada estándar, posteriormente se inyectaron los 126 extractos lipídicos procedentes de 18 corridas propias de los 7 productos incluidos en este estudio. Para las galletas Chokis y Emperador, se muestran sus cromatogramas típicos en las figuras 14a y 14b, respectivamente donde se pudo detectar la presencia de ácido eláidico por la coincidencia con los tiempos de retención de su estándar respectivo.

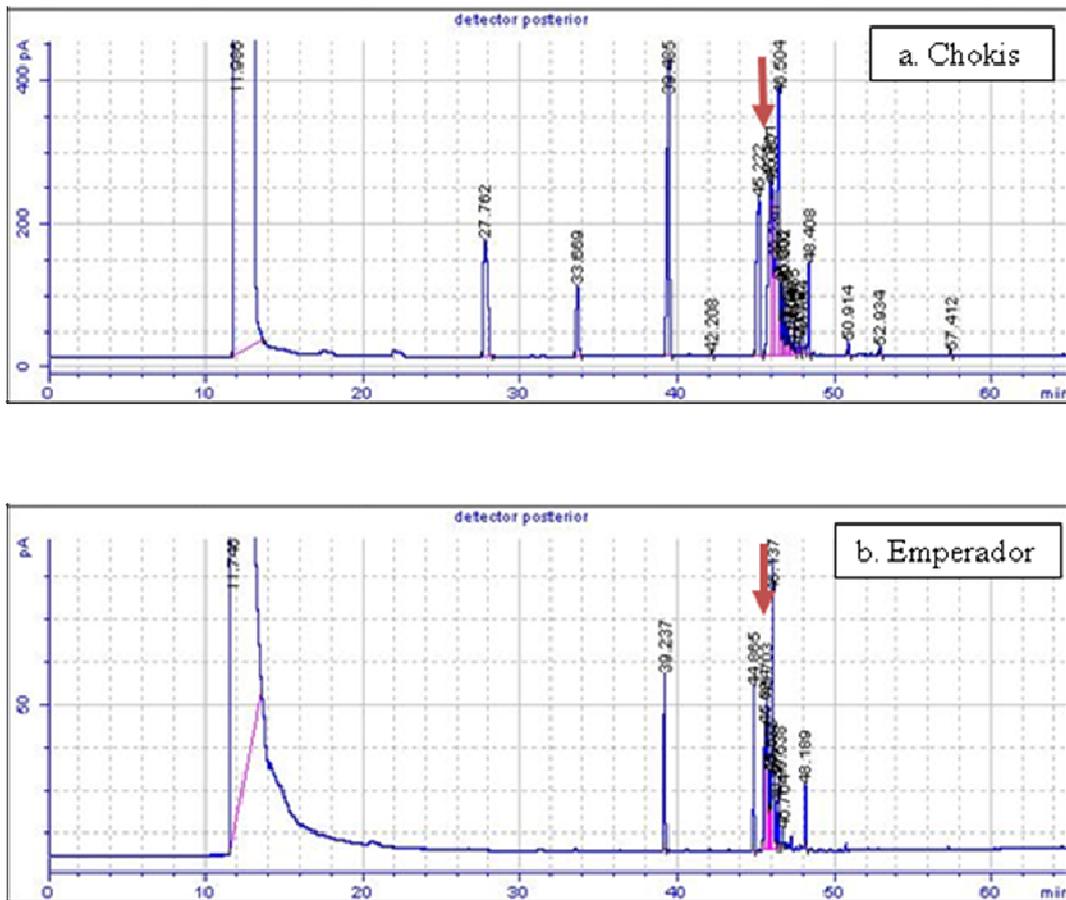


Figura 14. Cromatograma: a. Chokis, b. Emperador. (Columna capilar CP-Sil 8; largo 120 m x Ø 0.2 mm x 0.20 µ. Temperatura inicial de 120° C por 5 min., llegando a 210° C a razón de 3° C/min. y enseguida hasta 240° C a 1° C/min. hasta completar un tiempo de corrida de 65 min.).

La Figura 15 muestra los cromatogramas típicos obtenidos al analizar la ruedita popular (15a), las papas fritas (15b) y el cheto popular (15c). En ninguno de los casos pudo detectarse la presencia de ácido eláidico.

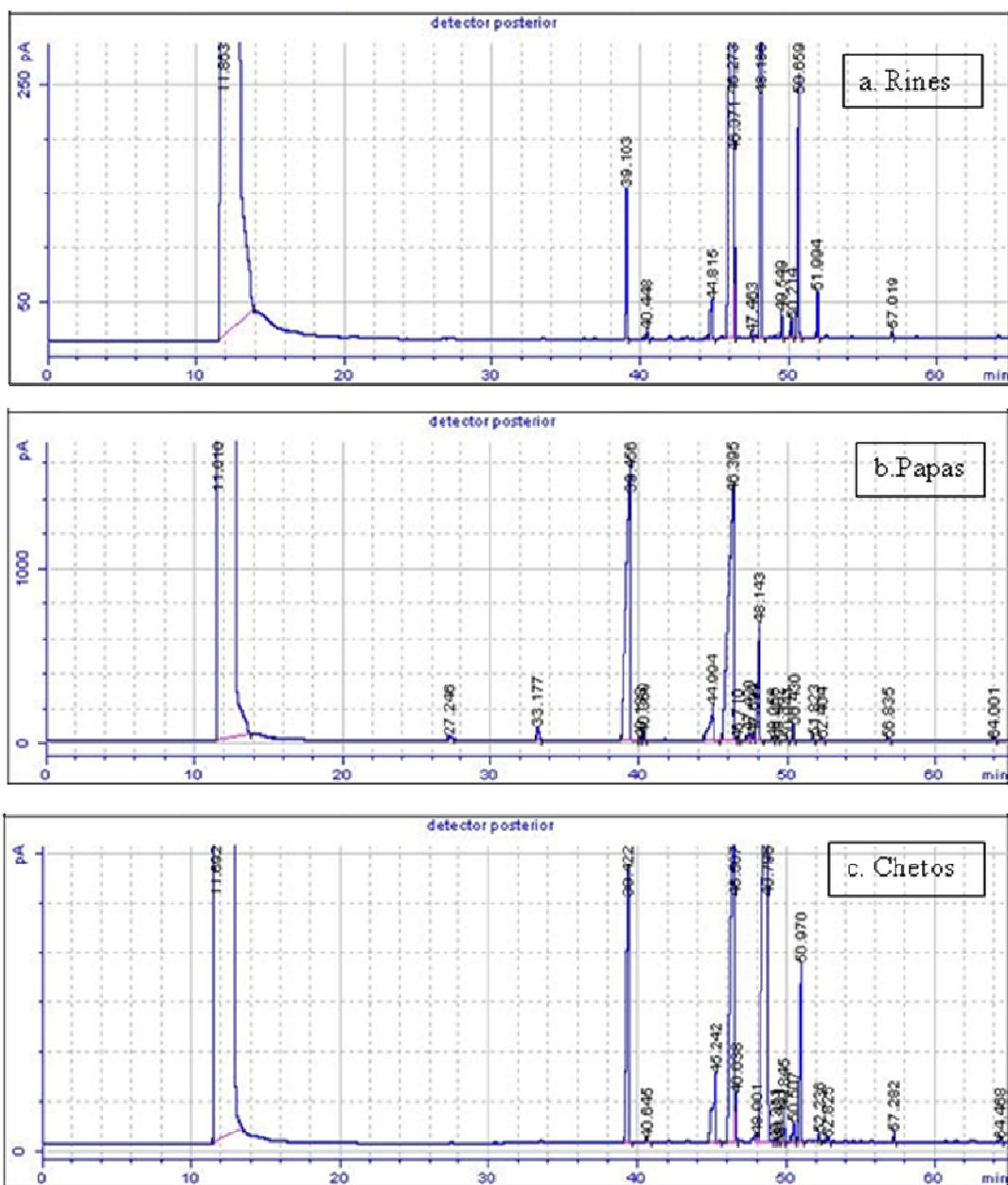


Figura 15. Cromatograma de botanas saladas: a. Ruedita popular, b. Papas fritas y c. Cheto popular. (Columna capilar CP-Sil 8; largo 120 m x Ø 0.2 mm x 0.20 µ. Temperatura inicial de 120° C por 5 min., llegando a 210° C a razón de 3° C/min. y enseguida hasta 240° C a 1° C/min. hasta completar un tiempo de corrida de 65 min.).

Por el contrario, si se pudo detectar ácido eláidico en las palomitas y en los takis como se observa en las figuras 16 a y 16 b, respectivamente.

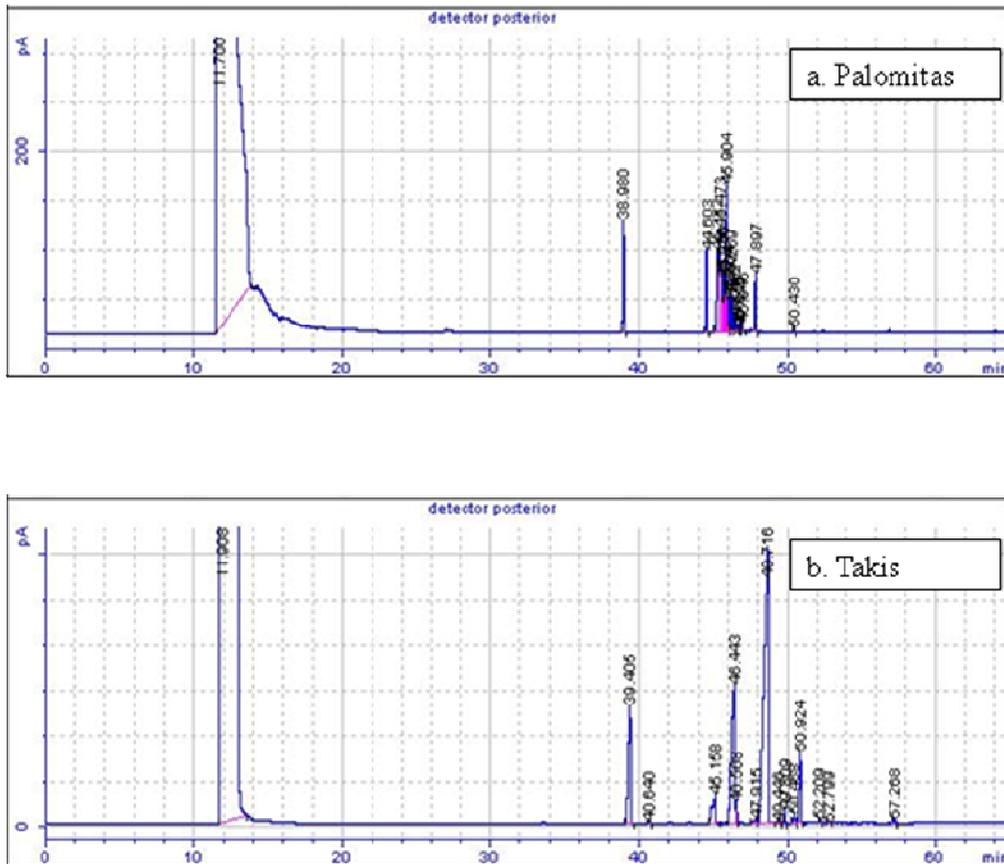


Figura 16. Cromatograma de botanas saladas con ácido eláidico: a. palomitas, b. takis. (Columna capilar CP-Sil 8; largo 120 m x Ø 0.2 mm x 0.20 µ. Temperatura inicial de 120° C por 5 min., llegando a 210° C a razón de 3° C/min. y enseguida hasta 240° C a 1° C/min hasta completar un tiempo de corrida de 65 min.).

La concentración de ácido eláidico detectada en las muestras de los 4 productos que dieron positivo para ácido eláidico se muestra en la Figura 17.

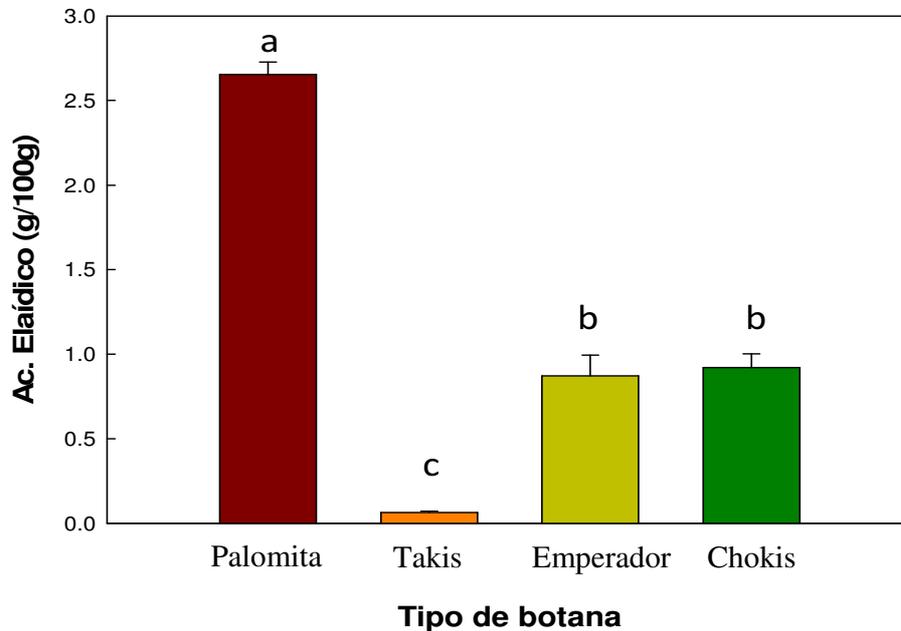


Figura 17. Concentración de ácido eláidico en g/100g contenido en las botanas dulces y saladas preferidas por niños torreoneses. Letras iguales indican que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los valores encontrados.

En las botanas saladas, la concentración promedio de ácido eláidico de las palomitas fue de 2.6 g/100 g de muestra y para los takis de 0.09 g/100 g de muestra. Por otro lado, las galletas emperador presentaron una concentración promedio de 0.87 g/100 g de muestra, mientras que las chokis de 0.91 g/100 g de muestra.

La concentración de ácido eláidico fue diferente ($p < 0.05$) entre palomitas, takis y galletas. En el caso de estas últimas, no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los sándwiches emperador y las chokis.

7.7 Estimación de consumo de ácido elaídico presente en las botanas preferidas

La tabla VIII indica el aporte de ácido elaídico proveniente del consumo de botanas. De acuerdo con la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA, por sus siglas en inglés), se consideran productos libres de ácidos grasos *trans* aquellos que contengan una cantidad menor a 0.5 g (Guerrero, 2006) tal sería el caso de los takis. En contraste, el aporte diario promedio de ácido elaídico por consumo de palomitas sería de 3.35 g, el de las galletas emperador de 1.12 g y el de las galletas chokis de 0.86 g.

Tabla VIII

Aporte de ácido elaídico proveniente del consumo de botanas

Producto	Concentración de Ac. elaídico (g/100 g de producto)	Concentración de Ac. elaídico por porción (g)	Concentración de Ac. elaídico por bolsa (g)	Consumo diario promedio (g)
Chokis bolsa 63 g 2 porciones	0.91	0.29	0.58	0.86
Emperador bolsa 86 g 2.5 porciones	0.87	0.30	0.75	1.12
Palomitas bolsa 95 g 3.1 porciones	2.60	0.72	2.24	3.35
Takis bolsa 56 g 1 porción	0.09	0.05	0.05	0.08

8. DISCUSIONES

8.1 Sobrepeso y obesidad en la población de estudio

En este estudio se observó que 16 % de la población estudiada presentó sobrepeso, mientras que 40 % presentó algún tipo de obesidad. La obesidad fue reconocida por la Organización Mundial de la Salud como una enfermedad a partir de 1998 debido al aumento alarmante de su prevalencia en las últimas 3 décadas. Otro factor que determinó esta clasificación es la evidencia científica que relaciona a los adultos obesos con enfermedades tales como cardiopatías, arterosclerosis, diabetes y cáncer, entre (Deitel *et al.*, 2002; Piazza, 2005; IMSS, 2010).

En los niños y adolescentes la prevalencia de sobrepeso y obesidad también está siendo relacionada con complicaciones metabólicas como la resistencia a la insulina y riesgos cardiovasculares que derivan en cardiopatías futuras (Dietel *et al.*, 2002; Salazar-Vázquez *et al.*, 2005). Como este estudio y otros lo muestran, el problema de la obesidad no es exclusivo de los países en desarrollo, también se presenta en las poblaciones pobres de Latinoamérica y en particular en México que ocupa los primeros lugares a nivel mundial (Sawaya *et al.*, 1998; Calvillo-Unna, 2009; IMSS, 2010).

Comparando los datos los resultados de la encuesta Nacional de Salud de 1999 (Rivera *et al.*, 2001) y de Perichar-Perea, (2006) con los resultados de nuestro estudio, se observa que aparentemente el problema es mayor en Coahuila (Figura 18). Datos más recientes indican que la prevalencia de niños obesos en México es ahora del 40 % y confirman que las poblaciones infantiles del estado de Coahuila, junto con las de Sonora, ocupan el primer lugar (IMSS, 2011). Es urgente por lo tanto tomar acciones al respecto.

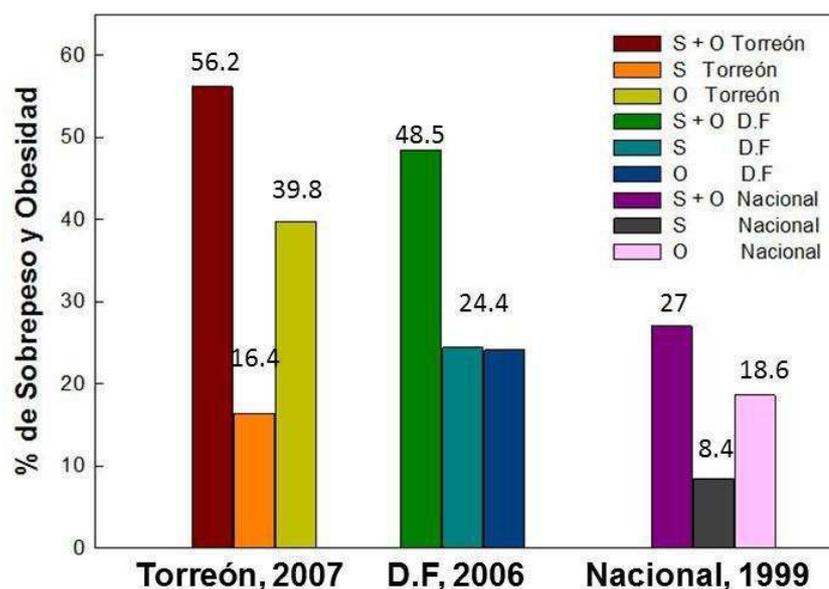


Figura 18. Comparación de la prevalencia de sobrepeso y obesidad, con otros estudios. S = sobrepeso; O = obesidad.

8.2 Antecedentes familiares de obesidad

Los resultados indicaron que aproximadamente el 30 % de los niños torreonenses con problemas de sobrepeso y obesidad tienen por lo menos un padre obeso, mientras que el 15 % de los niños con problemas tiene ambos padres también con problemas de obesidad. Existen evidencias científicas que indican que la acumulación de grasa corporal tiene una base genética (Loos y Bouchard, 2003), tanto en casos de obesidad monogénica (Orrahilly *et al.*, 2003), como en la obesidad común (Ochoa y Martínez, 2004).

Está demostrado que existen genes que intervienen en el centro del hambre, en la regulación del peso, en el número y tamaño de los adipocitos y en la distribución del tejido graso en diferentes partes del cuerpo, así como en el gasto energético (Loos y Bouchard, 2003; Bell *et al.*, 2005). Algunos de los genes más estudiados en los últimos años son el gen que codifica para la leptina (gen obeso -Ob-) y el que codifica para su

receptor (gen diabetes -DB-). Estas moléculas están implicadas en aspectos relacionados con la sensación de saciedad (Bell *et al.*, 2005).

Actualmente, se considera que la causa mayoritaria de la obesidad es la interacción ambiental en individuos con haplotipos de genes susceptibles o candidatos de obesidad. Neel (1978), propuso la existencia de un “gen ahorrador” que permitía ahorrar energía a las poblaciones amerindias nómadas. Con el establecimiento de estas poblaciones debido al descubrimiento de la Agricultura llegaron épocas de abundancia de alimentos que han sido cada vez mayores debido al progreso de la civilización. El “gen ahorrador” representa un problema actual para aquellos que ingieren cantidades abundantes de grasa y azúcares refinados y está también relacionado a la susceptibilidad genética a la Diabetes mellitus tipo 2. Un ejemplo típico son los indios Pimas que habitan en Reservas de Arizona, cuya sobrealimentación y sedentarismo han provocado niveles alarmantes de obesidad y diabetes tanto en hombre como en mujeres.

Sin embargo, la prueba más importante de que la tendencia genética puede revertirse, son las poblaciones de Pimas que habitan la zona serrana del Estado de Sonora. Los factores ambientales de esta población son muy diferentes a la de los Pimas de Arizona.

La actividad física es muy alta, el alimento es bajo en grasas y azúcares refinados y no se consume en exceso; la obesidad y la incidencia de Diabetes tipo 2 es muy baja (Valencia *et al.*, 1999). Esto prueba que una correcta alimentación y la suficiente actividad física pueden vencer a la susceptibilidad genética. Es importante entonces educar a padres, maestros y niños, sobre la importancia de comer bien y promover efectivamente la realización de actividad física en la escuela y en el hogar, para combatir el problema que se está presentando en la niñez torreonense.

La obesidad es un factor de riesgo importante para el desarrollo de diabetes tipo 2, hipertensión, enfermedad arterial coronaria y cerebrovascular, así como aterosclerosis. El análisis de resultados de las encuestas indicó una correlación positiva entre la

obesidad de las madres con problemas de Diabetes tipo 2 e hipertensión arterial. Estas enfermedades y sus consecuencias (enfermedades cardiovasculares), se presentan en mayor grado en mujeres (García-García *et al.*, 2008). La Diabetes tipo 2 pasó de la octava a la primera posición como causa de muerte en México, en un periodo de menos de 20 años. En los últimos 5 años ha seguido creciendo a un ritmo superior al 3 % anual. Esta enfermedad afecta a 10 millones de mexicanos y causa una erogación mayor a los 3 mil millones de pesos al año, representando el 34 % del presupuesto del IMSS (IMSS, 2011).

Es indudable que el sobrepeso en la infancia es un factor de riesgo de obesidad, diabetes e hipertensión en el adulto (García-García *et al.*, 2008). Más aún, en los últimos años se ha observado un aumento en la tasa de Diabetes tipo 2 en niños de 5 a 14 años (tasa 2.6 %) y en adolescentes de 15 a 19 años (tasa 6.8 %) (IMSS, 2011). Por todo lo anterior, prevención debe ser una estrategia prioritaria de salud pública que debe iniciarse ya entre todos los infantes mexicanos. La información obtenida en este estudio se pasó a la Secretaría de Educación a fin de que se realicen las acciones convenientes.

8.3 Ambiente obesogénico del escolar torreonense

El rápido aumento de la prevalencia en sobrepeso y obesidad infantil experimentada en México en las 3 últimas décadas, no puede ser atribuido a causas genéticas. Aunque los factores hereditarios son importantes, el cambio de estilo de vida es determinante, como fue demostrado en las poblaciones Pimas. De ahí que los factores ambientales o del entorno jueguen un papel preferente en el desarrollo de esta epidemia nacional de obesidad, creando el llamado “ambiente obesogénico”, caracterizado no solo por la abundancia de alimentos sino también por el sedentarismo provocado entre otras cosas por pasar largo tiempo observando televisión, el internet o los videojuegos y por la falta de ejercicio.

8.3.1 Horas frente al televisor.

Se encontró una correlación de 0.319 ($p < 0.0002$), con la horas que los niños torreonenses ven televisión y el consumo de botanas. También correlacionaron positivamente (0.09; $p = 0.013$) el número de horas que el niño ve TV y las veces que el niño come entre comidas. Diversos estudios demuestran la relación entre la cantidad de anuncios de comida chatarra en televisión en los horarios infantiles y el aumento de los índices de sobrepeso en la población infantil en 7 países de la Unión Europea, Estados Unidos y Australia (Halford *et al.*, 2004, 2008; Story y Frensh, 2004). Por otro lado, el consumo de comida en los niños aumenta un 45 % cuando están viendo televisión y el de botanas entre comidas en un 58 % (Harrison y Marske, 2005; Harris *et al.*, 2009). En México, un niño que ve la televisión 2 horas diarias se expone a más de 12,400 anuncios de comida chatarra al año, lo cual influye significativamente en el consumo de estos productos y en el problema de obesidad que enfrenta nuestro país (Rivera *et al.*, 2004; Calvillo-Unna). Es importante que los padres modulen este comportamiento, regulando el número de horas que los niños pueden estar frente al televisor.

8.3.2 Sedentarismo

El 68 % de los niños encuestados indicó que no realiza actividad física; sólo del 30 al 36 % mencionan que realizan actividad física frecuente en su escuela y únicamente el 26 % lo hace en casa. Estos datos concuerdan con la Encuesta Nacional de Salud del 2006 e indican la necesidad de acciones efectivas por parte de los padres y de la Secretaría de Educación Pública. El sedentarismo es la ausencia de actividad física, lo que da como resultado que el cuerpo humano quede expuesto a enfermedades cardiovasculares (Dyer *et al.*, 1999; IMSS, 2010). La combinación de mínimo esfuerzo y alto consumo en calorías aumenta el colesterol y triglicéridos en la sangre, causando alteraciones en la circulación sanguínea por endurecimiento de los vasos sanguíneo cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular, hipertensión arterial, insuficiencia renal y diabetes (IMSS, 2011).

Diversos estudios, tanto transversales como prospectivos prueban la estrecha relación entre los niveles bajos de actividad física y el desarrollo y mantenimiento de la obesidad (Ching *et al.*, 1995; DiPietro, 1999; McInnis, 2000; WHO, 2000; Kinget *et al.*, 2001). La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera como actividad física, cualquier movimiento producido por el músculo esquelético que resulta en un incremento del gasto energético (Matsudo, 1997). De acuerdo con Matsudo (1997), la disminución en el nivel de actividad física de las poblaciones humanas en todo el mundo aumenta el predominio de la mortandad precoz causada por diabetes y cardiopatías, demostrando que el sedentarismo, como estilo de vida, puede ser nocivo para el individuo y potencialmente dañoso para la sociedad.

8.3.3 Preferencia y consumo de botanas saladas y dulces en niños torreonenses

Los takis, las palomitas, las papas y 2 botanas caseras, a las que se denominaron chetos y rueditas populares, fueron las botanas saladas más preferidas. En el caso de las botanas dulces los niños mostraron mayor predilección por las galletas chokis y emperador. Según el Tercer Directorio Nacional de Fabricantes de Botanas, existen cerca de 127 productores de estos alimentos distribuidos en todo el país. Sin embargo, las mayores ventas y mejor distribución la tienen Pepsico y Bimbo a la que pertenecen la mayoría de las botanas preferidas por los niños de este estudio.

La producción de botanas en México es de 343 mil 582, equivalente a 6,755 millones de bolsitas individuales y con un consumo per-cápita de 3.28 kg anuales (Valdéz, 2009). Debido al gran potencial que representan los niños para este sector (como consumidores primarios, de mercado de influencia y consumidores futuros), los niños son el blanco principal de las estrategias mercadológicas para aumentar el consumo (Mc Neal, 1992, 1993). En los últimos años, estas estrategias han tenido gran efecto en los cambios de la alimentación y se han relacionado con la epidemia de obesidad que enfrenta la población infantil de nuestro país (Martínez-Jasso y Villezca-Becerra, 2003; Rivera *et al.*, 2004; Roberts *et al.*, 2003).

De acuerdo con la Secretaría de Salud, en “México se gastan alrededor de 240 mil millones de pesos al año en la compra de comida *chatarra* y sólo 10 mil millones en la compra de alimentos básicos” (*Milenio*, 14 de abril de 2010, p. 10). Además, se destina hasta 40 % del gasto escolar en comida *chatarra*. El secretario de Salud, José Ángel Córdova Villalobos, ha declarado que los niños gastan al año 20 mil millones de pesos en botanas y golosinas, con el dinero que sus padres les dan para el recreo (*Publímetro*, 4 de febrero de 2011). En este estudio se encontró que la preferencia de los niños por determinadas botanas fue influida no solo por la popularidad de las mismas, sino también por su precio, como pudo observarse en la preferencia por las dos botanas elaboradas a nivel casero.

Debido al problema de obesidad y al alto consumo de comida chatarra, que en este estudio resultó hasta de 8 bolsitas de botanas diarias, el 3 de mayo de 2010, la Secretarías de Educación y de Salud anunciaron que se suprimiría la venta de alimentos *chatarra* en las escuelas primarias y secundarias. También se hicieron recomendaciones de información nutricional y de la práctica de ejercicio en las escuelas mexicanas, de acuerdo con la reforma a los artículos 65 y 66 de la Ley General de Salud aprobada por la Cámara de Diputados en abril de 2010. Sin embargo, en las siguientes semanas se realizaron negociaciones con las empresas de botanas, las cuales han sacado una línea de mini-botanas que actualmente están permitidas para su venta en las escuelas. La opinión de algunos nutriólogos es que esta estrategia no funcionará debido a que los niños consumirán mayor cantidad de botanas. La mejor estrategia, según otros es la educación nutricional y la participación conjunta de padres y maestros.

8.4 Cantidad y calidad de la grasa aportada por las botanas más consumidas

El contenido graso en palomitas, papas fritas, takis y el cheto popular resultó comparable al de las hamburguesas de comida rápida cuyos valores oscilan entre 20 y 22 % para hamburguesas de pollo y 20 a 32 % para hamburguesas de carne (Profeco, 2000). Por otro lado, los resultados del contenido graso de las papas concuerdan con los realizados por la Procuraduría Federal del Consumidor, para la marca preferida por los

niños (Profeco, 2008). Por otro lado, también concuerdan con lo reportado en las etiquetas de las botanas comerciales. De acuerdo con la información nutrimental reportada en la etiqueta de algunas de las botanas más consumidas por la población en estudio, el consumo energético diario aproximado de los niños fue de entre 170 y 254 Kcal/porción/niño y de entre 8.7 y 13.1 g de grasa/porción/niño.

Los aceites y las grasas presentes en las botanas estudiadas son susceptibles al enranciamiento que provoca cambios en el sabor, el olor y el valor nutritivo de los alimentos. Los mecanismos de la rancidez han sido ampliamente estudiados. Existen al menos tres vías más comunes en que los lípidos pueden enranciarse, la hidrólisis de grasas y aceites, la activación de radicales libres y peroxidación y el ataque a las grasas por enzimas microbianas, (Fennema, 1993).

En el caso de la hidrólisis o rancidez hidrolítica, la humedad del alimento permite la activación de enzimas que provocan la hidrólisis de los radicales grasos. Esto trae como consecuencia una cadena de reacciones que hacen que el aceite tome un olor y sabor astringente y desagradable. En lo que respecta a la peroxidación, esta se inicia por la acción de la luz y el calor de la fritura. Posteriormente se forman radicales que inducen a una absorción de oxígeno del ambiente para formar pre-peróxidos y luego peróxidos que deterioran la calidad del producto. Las oxidaciones muy intensas conducen a un aceite de características organolépticas rechazables.

En este estudio, los valores de ácidos grasos libres estuvieron dentro del rango considerado como aceptable, en el CODEX STAN 114-1981, para las papas fritas. Éste indica que el contenido de A.G.L no debe ser superior al 1.5 %. Por otro lado, el reglamento de control sanitario de productos y servicios de la secretaria de Salud marca hasta un 2 % de A.G.L. (Profeco, 2008), mientras que la industria botanera aplica un valor máximo de 0.45 % de A.G.L. (comunicación personal, Barcel). Para el caso de los peróxidos, únicamente pudo detectarse su presencia en las botanas caseras y ello puede deberse al reutilización y sobrecalentamiento del aceite de freído y a que no se añaden antioxidantes durante el proceso.

8.5 Determinación de ácidos grasos *trans*

El contenido de ácido eláídico (C18:1t) en las galletas y botanas saladas consideradas como las más consumidas por niños torreonenses en edad escolar se debe principalmente a las grasas utilizadas tanto en su formulación como para su proceso de cocción principalmente el freído, encontrándose este ácido como mayoritario para este tipo de productos (van Erp-baart *et al.*, 1998; Diagloglu *et al.*, 2000; Fernández San Juan, 2000). Las concentraciones encontradas en aceites para freír fluctúan entre 10.7 y 47 % del contenido total de grasas (Marekov *et al.*, 2002).

En el presente estudio como ya se refirió en el punto 7.6 no fue detectado ácido eláídico para las papas fritas, chetos y rueditas populares, mientras que en palomitas, takis, galletas emperador y chokis si fue cuantificable.

Para las botanas saladas los valores fluctuaron entre 0.09 g/100 g y 2.6 g/100 g para takis y palomitas respectivamente por debajo de los valores encontrados por Aro *et al.*, 1998 que en palomitas para microondas se encontraron niveles de 27 a 34 % de AGTs y de 0 a 4.0% respectivamente para botanas (Satchithanandam *et al.*, 2004)

Para galletas los niveles se encontraron entre de 0.87 gr/100gr para emperador y de 0.91 g/100 g para las chokis, también por debajo de los encontrados por Peterson *et al.*, 2004 que encontraron para galletas dulces valores de ac. eláídico del 1 al 18.5 % y para las barras de cereales valores del 32 % y hasta 35.54% en las “crackers” integrales (Vicario *et al.*, 2003), y por encima de los encontrados para galletas Marías de 0,25% (Cuadrado *et al.*, 1998).

La variabilidad en los niveles detectados de ácido eláídico en un mismo tipo de alimento por diversos autores puede deberse a factores relacionados con el propio alimento, con el tipo de procesado y con los métodos analíticos empleados.

Actualmente México no cuenta con una legislación que señale los niveles permisibles para AGT solo se cuenta con la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, que establece las especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria y la NOM-043-SSA2-2005 que establece: “Se deberá informar acerca de la importancia de limitar al mínimo posible la ingestión de alimentos con alto contenido de azúcares refinados, colesterol, ácidos grasos saturados, ácidos grasos *trans*, sal y recomendar la utilización preferente de aceites vegetales”. Sin embargo por ser Estados Unidos su principal socio comercial es de suma importancia considerar lo establecido a través de la FDA desde enero del 2006 que para declarar un producto libre de AGT debe contener 0.5 g ó menos de AGT por porción y de acuerdo a ello, los resultados obtenidos en este estudio los takis, galletas emperador y chokis cumplen con esta disposición, mientras que las palomitas no.

8.6 Estimación de consumo diario de ácido elaídico presente en las botanas preferidas.

Investigaciones llevadas a cabo en países industrializados indican consumos diarios per capita de AGT de 5 a 8 g para Estados Unidos de Norteamérica, de 1 a 2 g en Corea y Japón y hasta de 12 g por día en el Reino Unido (Allison *et al.*, 1999; The British Nutrition Foundation, 1995; Ascherio *et al.*, 1994; Takahisa *et al.*, 1993; Mary *et al.*, 1990). La tendencia revela una reducción del consumo de AGT a través del tiempo, debida tanto a la preocupación por el consumo de dietas sanas, como a los avances en la tecnología de alimentos (Wagner *et al.*, 2000). Por ejemplo, en Alemania el consumo se redujo de 4.5 a 5.4 g/día en 1979, a 2 g/día en 1999 (Steinhart *et al.*, 2003; Precht y Molmenti, 2000; Fritsche y Steinhart, 1999).

En este estudio se encontró que el consumo diario promedio de palomitas aporta hasta 3.35 g de ácido elaídico. Con la alimentación actual de los niños mexicanos puede presumirse que el aporte diario de AGT es mayor. Ello nos indica la necesidad de realizar una investigación más completa, que considere a todos los alimentos de la dieta

actual de los niños mexicanos. En tanto, es importante realizar acciones conducentes a disminuir el consumo de alimentos chatarra en la población infantil mexicana.

9. CONCLUSIONES

En conjunto, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población de escolares estudiada fue mayor al 50 %; fue independiente de la posición social y, en general, se relacionó positivamente con el ambiente obesogénico y la inactividad física de los infantes.

Las botanas preferidas por la mayoría de los infantes fueron palomitas, frituras de papa y trigo y galletas con relleno o chispas de chocolate.

Los escolares torreonenses consumen diariamente un promedio 1.5 bolsas de botanas con un aporte variable de grasa de 16 a 34 %, que en general, cuya calidad, expresada en contenido de ácidos grasos libres y porcentaje de peróxidos, cumplió con los requisitos establecidos.

Fue posible cuantificar la presencia de ácido elaídico en cuatro de las siete botanas preferidas por la población estudiada. Los valores encontrados fluctuaron entre 0.09 g/100 g de producto y 2.6 g/100 g de producto.

El aporte de ácido elaídico proveniente del consumo de las botanas fluctuó entre 0.08 y 3.35 g/día. El consumo diario de ácido elaídico proveniente de las palomitas superó al consumo diario actual de AGT de Alemania, Estados Unidos de Norteamérica, Reino Unido, Japón y Grecia, entre otros.

10. LITERATURA CITADA

Allison DB, Denke MA, Dietschy JM, Emken EA and Nicholosi RJ. 1995. *Tranfatty acids and coronary heart disease risk in Report of the Expert Panel on Trans Fatty Acids and Coronary Heart Disease*. American Journal of Clinical Nutrition 62: 655S-708S.

Allison, DB, Egan SK, Barraj LM, Caughman C, Infante M, Heimbach JT. 1999. Estimated intakes of *trans* fatty and other fatty acids in the US population. Journal of the American Dietetic Association 99: 166-174.

Anton G. 2010. El secreto mejor guardado. Industria Alimentaria, agosto de 2010. Disponible en <http://www.industriaalimenticia.com/Articles>

Aro A, Amaral E, Kesteloot H, Rimestad A, Thamm M, van Poppel G. 1998. *Trans fatty acids in french fries, soups, and snacks from 14 european countries: The TRANSFAIR Study*. Journal of Food Composition and Analysis 11: 170–177.

Aro A, Jauhiainen M, Partanen R, Salminen L, Mutanen M. 1997. Stearic acid, *trans* fatty acids, and dairy fat: effects on serum and lipoprotein lipids, apolipoproteins, lipoprotein (a), and lipid *transfer* proteins in healthy subjects. American Journal of Clinical Nutrition 65: 1419-1426.

Ascherio A, Hennekens CH, Buring JE, Master C, Stampfer MJ, Willett W. C.1994. *Trans fatty acid intake and risk of myocardial infarction*. Circulation 89: 94–101.

Badui S. 1999. Lípidos, pp 219-223. En: Química de los Alimentos Tercera Edición. Editorial Alambra Mexicana. México.

Baylin A, Siles X, Donovan-Palmer A, Fernandez X, Campos H. 2007. Fatty acid composition of Costa Rican foods including *trans* fatty acid content. Journal of Food Composition and Analysis 20: 182–192.

Bell CG, Walley AJ, Froguel P. 2005. The genetics of human obesity. *Nature Review Genetic* 6: 221-34.

Berra B. 1993. *Trans* fatty acids in infant nutrition. *Nutrition Research* 13: S47-S59.

Calvillo_Unna, A. 2009. La transición epidemiológica en las Américas. Taller: Consulta Técnica sobre la Salud del Consumidor en las Américas. Organización de los Estados Americanos (OEA). Disponible en http://www.oas.org/dil/esp/departamento_programas_juridicos_especiales_proteccion_al_consumidor_taller.htm.

Chen ZY, Kwan KY, Tong KK, Ratnayake WM, Li HQ, Leung SS. 1997. Breast milk fatty acid composition: A comparative study between Hong Kong and Chongqing Chinese. *Lipids* 32: 1061–1067.

Chen ZY, Pelletier G, Hollywood R, Ratnayake WM. 1995. *Trans* fatty acid isomers in Canadian human milk. *Lipids* 30: 15–21.

Ching PLYH, Willett WC, Rimm EB, Colditz GA, Gortmaker SL, Stampfer MJ. 1996. Activity level and risk of overweight in male health professionals. *American Journal of Public Health* 86:25-30.

Craig-Schmidt MC. 2001. Isomeric Fatty Acids: Evaluating Status and Implications for Maternal and Child Health. *Lipids* 36 (9): 997-1006.

De la Rosa MT. 2008. Papitas y charritos, un millonario negocio de 2950 millones de dólares en México. *El Semanario* octubre 8 del 2008.

Deitel M. 2002. The International Obesity Task Force and “globesity”. *Obesity Surgery* 12:613-14.

Destailats F, Golay P, Joffre F, de Wispelaere M, Huga B, Giuffrida F, Fauconnot L, Dionisi F. 2007. Comparison of available analytical methods to measure *trans*-octadecenoic acid isomeric profile and content by gas–liquid chromatography in milk fat. *Journal of Chromatography A* 23: 222-227.

Dhaliwal SS, Welborn, TA. 2009. Measurement error and ethnic comparisons of measures of abdominal obesity. *Preventive Medicine*, 49(2-3): 148-152.

Di Pietro L. 1993. Physical activity in the prevention of obesity: current evidence and research issues. *Medical Science Sports Exercise* 31:542-546.

Dyer AR, Liu K, Walsh M, Kiefe C, Jacobs DR, Bild DE. 1999. Ten-years incidence of elevated blood pressure and its predictors: the CARDIA study. *Coronary Artery Risk Development in (Young) Adults*. *Journal of Human Hypertension* 13:13-21.

Freedman DS, Dietz WH, Srinivisan SR, Berenson GS. 1999. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 103: 1175-1182.

Fritsche J, Steinhart H. 1997. Contents of *trans*-fatty acids (TFA) in German foods. and estimation of daily intake. *Fett/Lipid* 99: 314–318.

Fritsche J, Steinhart H. 1998. Analysis, occurrence, and physiological properties of *trans* fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA) – a review. *Fett/Lipid* 100: 190–210.

Fritsche J. 1997. Contents of *trans* fatty acids (TFA) in German foods and estimation of daily intake. *Fett/Lipid* 99: 314–318.

García-García E, De la Llata-Romero M, Kaufer-Horwitz M, Tusié-Luna MT, Calzada-León R, Vázquez-Velázquez V .2008. La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública: una reflexión. *Salud Pública México*. 50(6): 530-547.

Ghotra BS, Dyal SD, Narine SS. 2002. Lipid shortenings: a review. *Food Research International* 35: 1015–1048.

Godfrey KM, Barker DJP. 2000. Fetal nutrition and adult disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 1344S-1352S.

Gómez-del Campo, M. Iniciativa con proyecto de Decreto por la que se reforman los artículos 11, 15 fracciones III, V, VI, 16 fracción II y 17 fracción III de la ley para la prevención Y el tratamiento de la obesidad y los trastornos alimenticios En el Distrito Federal. 2012. *Gaceta Parlamentaria*. Asamblea Legislativa del Distrito Federal. 26 de abril de 2012. Núm. 223. Año 03

Gortmaker SL, Must A, Perrin JM. 1993. Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood. *New England Journal of Medicine* 329: 1008-1012.

Gottenbos JJ. 1983. Biological effects of *trans* fatty acids. *In* *Dietary fats and health*. AOCS, Champaign, Illinois (Perkins, E.G., Visek, W.J. eds.) pp 375-390.

Grandgirard A, Sebedio JL, Fleury J. 1984. Geometrical isomerisation of linolenic acid during heat treatment of vegetable oils. *Journal of American Oil Chemists' Society* 61: 1563-1568.

Guerrero, J.E. 2006. Elaboración de productos de panificación con bajo contenido de ácidos grasos trans. Tesis de Maestría en Ciencias de Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. pp 52-60

Guillman NW, Cupples LA, Moore LL, Ellison RC. 1992. Impact of within person variability on identifying children with hypercholesterolemia: Framingham children's study. *Journal of Pediatrics* 121: 342-347.

Gurr MI. 1996. Dietary fatty acids with *trans* unsaturation. *Nutrition Research Reviews* 9: 259-279.

Halford JCG, Boyland EJ, Hughes GM, Stacey L, McKean S, Dovey TM. 2008. Beyond-brand effect of television food advertisements on food choice in children: The effects of weight status. *Public Health Nutrition* 3: 897-904.

Halford JCG, Gillespie J, Brown V, Pontin EE, & Dovey TM. 2004. Effect of television advertisements for foods on food consumption in children. *Appetite* 42: 221-225.

Hanson JM, Kinsella JE. 1981. Fatty acid content and composition of infant formulas and cereals. *Journal of American Diet Association* 78: 250-255.

Harris JL, Bargh JA, Brownell KD. 2009. Priming effects of television food advertising on eating behavior. *Health Psychol.* 2009 Jul;28(4):404-13.

Hayakawa K, Linko Y-Y, Linko P. 2000. The role of *trans* fatty acids in human nutrition *Starch/Stärke* 52: 229- 235.

Hernández B, Gortmarkes SL, Coldietz G. A. 1999. Association of obesity with physical activities, television programs and other forms of video viewing among children in Mexico City. *International Journal of Obesity* 23: 845-858.

Holub BJ. 1999. Hydrogenated fats and serum cholesterol levels. *New England Journal of Medicine* 341: 1396-1397.

Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimre E. 1997. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine* 37: 1491-1499.

Hulshof KFAM, Van Erp-Baart MA, Anttolainen M, Becker W, Church SM, Couet, C, Couet C, Hermann-Konz E, Kesteloot H, Leth T, Martins I, Moschandreas O, Pizzoferrati L, Rimestad AH, Thorgeisdottir H, van Amelsvoort IM, Aro A, Kafatos AG, Lanzmann-Petithory G, van Poppel G. 1999. Intake of fatty acids in Western Europe with emphasis on *trans* fatty acids: The *TRANSFAIR* study. *European Journal of Clinical Nutrition* 53: 143-157.

Hunter JE, Applewhite TH. 1991. Reassessment of *trans* fatty acid availability in the US diet. *American Journal of Clinical Nutrition* 54: 363-369.

Hunter JE. 2005. Dietary levels of *trans*-fatty acids: basis for health concerns and industry efforts to limit use. *Nutrition Research* 25: 499-513.

IFST. 2007. *Trans* fatty acids (TFA). Information Statements. Institute of Food Science and Technology. London. U.K.

IMSS 2010. Sedentarismo: amenaza de alto riesgo para una vida saludable. Comunicado de Comunicación Social No 015. del Instituto Mexicano del Seguro Social. 23 de enero del 2010. Disponible en www.imss.gob.mx/NR/rdonlyres/61F3EC5E-CB42.../230110Com015.pdf

Juanéda P. 2002. Utilization of reversed-phase high-performance liquid chromatography as an alternative to silver-ion chromatography for the separation of *cis*- and *trans*- C18:1 fatty acid isomers. *Journal of Chromatography A*. 954: 285-289.

Katan MB, Zock PL, Mensink RP. 1995. *Trans* fatty acids and their effects on lipoproteins in humans. *Annual Review of Nutrition* 15: 473-493.

Kavey RE, Daniels S, Lauer R, Atkins DL, Hayman LL, Taubert K. 2003. American Heart Association guidelines for primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Journal of Pediatrics* 142: 368-72.

Khosla P, Hayes KC. 1996. Dietary *trans*-monounsaturated fatty acids negatively impact plasma lipids in humans: critical review of the evidence. *Journal of American College of Nutrition* 15: 325-339, 1996.

King GA, Fitzhugh EC, Bassett DR, McLaughlin JE, Strath SJ, Swartz AM. 2001. Relationship of leisure-time physical activity and occupational activity to the prevalence of obesity. *International Journal of Obesity* 25: 606-612.

Kooy, Karin van der and Seidell, Jacob C. 1993. Techniques for the measurement of visceral fat: a practical guide. *International Journal of Obesity* 17: 187-191.

Lehninger, Nelson, Cox. "Principios de Bioquímica". 5ª Edición (2000) Ed. Omega.

Levi S. Rivera DJ, Ramírez SC. 2001. Sobrepeso y obesidad en población escolar mexicana. Libro de Resúmenes del IX Congreso de Nacional en Salud Pública.

Lichtenstein AH. 2000. Trans fatty acids and cardiovascular disease risk. *Current Opinion in Lipidology* 11: 37-42.

Loos RJ, Bouchard C. 2003. Obesity is it a genetic disorder?. *Journal of International Medicine*. 254: 401-25.

Lucas, A. 1998. Programming by early nutrition: an experimental approach. *Journal of Nutrition* 128: 401S-406S.

Marekov I, Tarandjiiska R, Panayotova S, Nikolova N. 2002. Comparison of fatty acid composition of domestic and imported margarines and frying fats in Bulgaria. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: 410–418.

Martínez-Jasso I, Villezca-Becerra P. 2003. La alimentación en México: un estudio a partir de la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares. *Revisión de Información y Análisis* 21: 26-33.

Mary GE, Subodh A, Mark K, Joseph S. 1990. Isomeric trans fatty acids in the US diet. *Journal of the American College of Nutrition* 9:471–486.

Mathews, Van Holde, Ahern "Bioquímica". 3ª Edición.(2002) Ed. McGraw Hill.

Matsudo SM, Araújo TL, Matsudo VKR, 1998. Nível de Actividad Física em Crianças e Adolescentes de Diferentes Regiões de Desenvolvimento. *Revista da Associação de Professores de Educação Física de Londrina* 3 (4): 9-14.

Matsuzaki H, Ota C, Kinoshita Y, Maruyama T, Niiya I, Sugano M.1998. Trans fatty acid content of margarines in Portugal, Belgium, Netherlands, United Kingdom, United States and Japan. *Journal of Japan Oil Chemical Society* 47: 195–199.

McInnis KJ. 2000. Exercise and obesity. *Coronary Artery Disease* 11:111-116.

McNeal JU, Chyon-Hwa Y. 1993. Born to Shop. *American Demographics* 6: 34-39.

McNeal JU. 1992. Kids as Customers: A Handbook of Marketing to Children. Lexington Books: New York. Pp 133-153.

Mjøs SA. 2004. Quantification of linolenic acid isomers by gas chromatography-mass spectrometry and deconvolution of overlapping chromatographic peaks. *European Journal of Lipid Science and Technology* 106: 307–318.

Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz W. 1992. Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *New England Journal of Medicine* 327: 1350-1355.

Nieto FJ, Szklo M, Comstock GW.1992. Childhood weight and growth rate as predictors of adult mortality. *American Journal of Epidemiology*136: 201-13.

Ochoa M, Marti A, Martínez J.2004. Estudios sobre la obesidad en genes candidatos. *Medicina Clínica* 122: 542-51.

Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Ávila M. 2006. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública.

Olson RE.2000. Atherogenesis in children: implications for the prevention of atherosclerosis. *Adv Pediatric* 47: 55-79.

O'Rahilly S, Farooqi IS, Yeo GS, Challis BG. 2003. Minireview: human obesity-lessons from monogenic disorders. *Endocrinology* 144: 3757-3764.

Ovesen L, Leth T, Hansen K. 1996. Fatty acid composition of Danish margarines and shortenings, with special emphasis on trans fatty acids. *Lipids* 31: 971-975.

Parterisa J, Codoni R, Boatella J, Rafecas M. 1999. Fatty acids including trans content of commercial bakery products manufactured in Spain. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 47: 2040-2043.

Paul, S.; Mittal, G. S. 1996. Dynamics of fat/oil degradation during frying based on physical properties. *Journal of Food Process Engineering* 19, 201-221.

Peterson G, Aguilar D, Espeche M, Mesa M, Jáuregui P, Díaz HM, Simi M, Tavella M. 2004. Ácidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina. Archivos Argentinos de Pediatría 102: 102-109.

Pfalzgraf, A.; Timm, M.; Steinhart, H. 1994. Amounts of trans fatty acids in foods. Z. Ernährungswiss 33, 24-43.

Piazza N. 2005. La circunferencia de cintura en los niños y adolescentes. Archivos Argentinos de Pediatría. 103(1): 5-6.

Precht D, Molkeni J. 2000. Recent trends in the fatty acid composition of German sunflower margarines, shortenings and cooking fats with emphasis on individual C16:1, C18:1, C18:2, C18:3 and C20:1 trans isomers. Nahrung 44: 222-228.

Profeco. 2000. Contenido graso de comida chatarra. Revista del Consumidor. No. 283. Disponible en www.profeco.com.mx.

Profeco. 2008. Estudio de papas fritas envasadas. Revista del Consumidor agosto del 2008. Disponible en <http://www.profeco.com.mx>.

Ramírez-Mayans JA, García-Campos M, Cervantes-Bustamante M, Mata-Rivera N, Zárate-Mondragón F, Mason-Cordero T, Villarreal-Espinosa A. 2003. Transición Alimentaria en México. Anales de Pediatría 58: 568-573.

Ratnayake WM, Chardigny JM, Wolff RL, Bayard CC, Sébédio JL, Martine L. 1997. Essential fatty acids and their trans geometrical isomers in powdered and liquid infant formulas sold in Canada. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 25: 400-407.

Rivera J, Barquera S, González-Cossío T, Olaiz G, Sepúlveda J. 2004. Nutrition transition in México and in other Latin American countries. *Nutrition Reviews* 62: 149-157.

Rivera J, Shamah T, Villalpando S, González-Cossío T, Hernández B, Sepúlveda J. 2001. Encuesta Nacional de Nutrición 1999: Estado nutricional de niños y mujeres en México. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México.

Roberts BP, Blinkhorn AS, Duxbury JT. 2003. The power of children over adults when obtaining sweet snacks. *International Journal of Paediatric Dentistry* 13: 76–84.

Rojas Montenegro C. 1999. Obesidad. En *Nutrición Clínica y Gastroenterología pediátrica* (1999), Ed. Médica Internacional Ltda. Bogotá; 159-164

Romero-Velarde E, Campollo-Rivas O, Celis de la Rosa A, Vásquez-Garibay E M, Castro-Hernández JF, Cruz-Osorio RM. 2007. Factores de riesgo de dislipidemia en niños y adolescentes con obesidad. *Salud Pública México* 49:103-108.

Salazar-Vázquez B, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. 2005. Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. *Revista Médica del IMSS* 43: 299-303.

Salazar-Vázquez B, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. 2005. Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. *Revista Médica del IMSS* 43: 299-303.

Sarria A, Moreno LA, García-Llop LA, Fleta J, Morellon MP, Bueno M. 2001. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Paediatrica* 90(4):387-92.

Satchithanandam S, Oles CJ, Spease CJ, Brandt MM, Yurawecz MP, Rader, JI, 2004. Trans, saturated, and unsaturated fat in foods in the United States prior to mandatory trans-fat labeling. *Lipids* 39: 11-18.

Sawaya AL, Grillo LP, Verreschi I, da Silva AC, Roberts SB. 1998. Mild stunting is associated with higher susceptibility to the effects of high-fat diets: studies in a shantytown population in Sao Paulo, Brazil. *Journal of Nutrition* 128(2S):415S-420S.

Serra Majem LI, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. 2003. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio en Kid (1998-2000). *Medicina Clínica* 121(19):725-32.

Slover HT, Thompson Jr. RH, David CS, Merd GV. 1985. Lipids in margarines and margarine-like foods. *Journal of American Oil Chemical Society* 62: 775-786.

Steinhart H, Rickert R, Winkler K. 2003. Trans fatty acids (TFA): Analysis, occurrence, intake and clinical relevance. *European Journal of Medical Research* 8: 358-362.

Story M, French S. 2004. Food advertising and marketing directed at children and adolescents in the U.S. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 1: 3.

Takahisa O, Youko K, Hiromu, K, Isao N, Michihiro S. 1993. Trans fatty acid contents of various foods cooked with oils and fats in Japan. *Oil Chemistry* 42: 996-1002.

Telama R, Yang X. 2000. Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(9): 1617-1622.

The British Nutrition Foundation. 1995. Report of The British Nutrition Foundation Task Force: 'Trans Fatty Acids'. 1995. The British Nutrition Foundation, London.

Valdez, E. 2009. La actualidad del segmento de botanas en México. *Industria Alimentaria* 5: 5-9.

Valenzuela A, Morgado N. 1999. Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry. *Biology Research* 32: 273-287.

Wagner K-J, Auer E, Elmadfa I. 2000. Content of trans fatty acid in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. *European Food Research Technology* 210: 237-241.

Wahle KWJ, James WPT. 1993. Isomeric fatty acids and human health. Review. *European Journal of Clinical Nutrition* 47: 828-839.

Weggemans RM, Rudrum M, Trautwein E. 2004. Intake of ruminant versus industrial trans fatty acids and risk of coronary heart disease—what is the evidence *European Journal of Lipid Science and Technology* 106: 390–397.

WHO. 2000. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization consultation on obesity. Report series. Geneva Italy.

WHO: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee, 1995: 161 –212. WHO Technical reports series 854.

Wolff RL, Bayard CC. 1995. Improvement of the resolution of individual trans-18:1 isomers by capillary gas-liquid chromatography: use of a 100-m CP Sil 88 column. *Journal of American Oil Chemical Society* 72: 1197– 1201.

Wolff RL, Bayard CC. 1995. Improvement of the resolution of individual trans-18:1 isomers by capillary gas-liquid chromatography: use of a 100-m CP Sil 88 column. *Journal of American Oil Chemical Society* 72: 1197– 1201.

Ziegler EE and Filer LJ. *Present Knowledge in Nutrition*. 7 edition. ILSI Press. Washington, D.C. 1996.

RESUMEN CURRICULAR

M.C. Silvia Guadalupe Fernández Michel

Candidato para obtener el Grado de:
Doctor en Ciencias especialidad Alimentos

Tesis: **DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS *TRANS* EN PRODUCTOS DE CONSUMO POPULAR Y EL APORTE DE ESTOS A LA INGESTA DIARIA EN NIÑOS EN EDAD ESCOLAR**

Campo de Estudio: Ciencias de los Alimentos

DATOS PERSONALES:

Nacionalidad: Mexicana

Fecha de Nacimiento: 20 de Mayo de 1964

Puesto Actual: Catedrático Asociado B Tiempo Completo, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Torreón, Coah.

ESTUDIOS REALIZADOS:

Maestro en Ciencias en Desarrollo y Procesamiento de Alimentos.

Mención Honorífica: Por la calidad del trabajo de tesis realizado
Universidad Juárez del Estado de Durango, (2001-2003)

Maestro en Educación con Especialidad en Docencia

Universidad Iberoamericana, (1995-1997)

Ingeniero en Alimentos

Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón Coah., (1982-1987).

DIPLOMADOS:

Diplomado "Formación de Tutores" ANUIES - U.A.de C. Septiembre 2003.

Diplomado "Práctica Docente Reflexiva". U.A. de C. Noviembre 2002.

Diplomado "Matemáticas Activas". UNAM. 2004.

Diplomado "Didáctica Aplicada" U.A. de C. 2004

PUBLICACIONES

S. G. Fernández-Michel, C. L. García-Díaz, M. G. Alanís-Guzmán, G. Ramos-Clamont. 2008. ÁCIDOS GRASOS TRANS: CONSUMO E IMPLICACIONES EN LA SALUD EN NIÑOS Ciencia y Tecnología Alimentaria 6 (1): 71-80.

PRESENTACIONES EN CONGRESOS

Fernández-Michel, S.G., Alanís-Guzmán, M. G. , Ramos-Clamont, M.G,García-Díaz C. L. 2008. DETERMINACIÓN Y CALIDAD DE GRASA APORTADA POR BOTANAS SALADAS CONSUMIDAS POR NIÑOS TORREONENSES EN EDAD ESCOLAR. X Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.