



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN

Cuantificación de antioxidantes a partir del consumo frecuente de alimentos en adolescentes de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo.

TESIS

Que para obtener el título de Licenciada en Nutrición
PRESENTAN

P. L. Nutric. Karen Rubí Escamilla Gutiérrez
No. cuenta: 249662

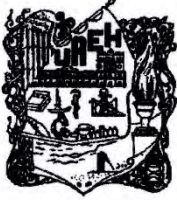
P. L. Nutric. Alejandra López García
No. cuenta: 294624

Bajo la Dirección de:
Dra. Teresita de Jesús Saucedo Molina
Profesor investigador de tiempo completo del Instituto de
Ciencias de la Salud UAEH

Codirector:
Dra. Esther Ramírez Moreno
Profesor investigador de tiempo completo del Instituto de
Ciencias de la Salud UAEH

Pachuca de Soto, Hgo., Noviembre de 2018





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN**



De acuerdo con el artículo 134 del Reglamento de Control Escolar vigente, el jurado de examen recepcional designado, autoriza para su impresión la Tesis titulada

"Cuantificación de antioxidantes a partir del consumo frecuente de alimentos en adolescentes de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo"

Que para obtener el Título de Licenciado de Nutrición sustentan las Pasantes

**C. Karen Rubí Escamilla Gutiérrez
C. Alejandra López García**

**ATENTAMENTE
Pachuca, Hidalgo, 1ro. de octubre del 2018
"Amor, Orden y Progreso"**

PRESIDENTE:	DRA. ESTHER RAMÍREZ MORENO
SECRETARIO:	DRA. DIANA PATRICIA OLIVO RAMÍREZ
PRIMER VOCAL:	DR. JOSÉ ALBERTO ARIZA ORTEGA
SEGUNDO VOCAL:	DRA. GUADALUPE LÓPEZ RODRÍGUEZ
TERCER VOCAL:	DRA. TERESITA DE JESÚS SAUCEDO MOLINA
PRIMER SUPLENTE:	DR. ERNESTO ALANÍS GARCÍA
SEGUNDO SUPLENTE:	DR. MARCOS M. GALVÁN GARCÍA

Agradecimientos

Después de mucho trabajo, dedicación y esfuerzo hemos concluido una de nuestras metas en la vida y ahora solo nos queda agradecer a través de estas líneas a todas las personas que nos apoyaron durante el proceso de elaboración y conclusión de esta tesis.

En primer lugar queremos agradecer sinceramente a nuestra directora de tesis, la Dra. Teresita de Jesús quien nos brindó la inspiración y su apoyo incondicional desde el inicio del proyecto; quien siempre escuchó nuestras inquietudes y nos guio de la manera más sabia y acertada. Gracias por todos los conocimientos que nos transmitió, por su compromiso, por la paciencia y las palabras de aliento; pero sobre todo por su cariño.

Gracias a la doctora Esther codirectora de tesis por apoyar este proyecto, por asesorarnos y darnos todas las facilidades y conocimientos para la realización del trabajo de laboratorio.

Agradecemos a la Dra. Nelly, al Dr. Ernesto y al Dr. José Alberto por permitirnos trabajar en sus laboratorios y gracias a todas aquellas personas que nos instruyeron y que con gran disposición y amabilidad resolvían nuestras dudas, muchas gracias Quina, Ale, Lili, Bere y Eli.

Toni te agradecemos por tu gran colaboración en el trabajo de laboratorio y por ser nuestro compañero incondicional, que siempre nos apoyó y hacía más ligeras las largas horas del trabajo experimental.

A Orquídea y Emelia, fue una experiencia muy bonita compartir el trabajo de campo, gracias por toda la ayuda, sus consejos y los conocimientos que nos transmitieron. Gracias por la confianza, la paciencia y las buenas pláticas.

Gracias a los integrantes del comité de tesis, que se tomaron el tiempo para leerla y que nos otorgaron críticas constructivas con base a su conocimiento para mejorar nuestro trabajo.

Karen Rubí y Alejandra

Agradecimientos

Para empezar quiero agradecer al pilar más importante en mi vida, mi familia. Agradezco a mis padres todo el amor y el apoyo que siempre me han brindado. Gracias mamá y papá por su paciencia, por siempre estar a mi lado a pesar de la distancia y siempre tener las palabras precisas en el momento justo, por creer en mí y ser ese motor que me ayuda a alcanzar todos mis sueños. Gracias por ser mi ejemplo e inspirarme para ser mejor cada día. Les agradezco infinitamente por ser los mejores padres, por dedicar toda su vida para que yo tenga lo mejor en la mía. Todo lo que soy y todos mis logros se los debo a ustedes.

Gracias a mi hermana María Luisa por sus consejos, sus palabras de aliento y por las lecciones de vida.

A mi abuelito Dionicio, mi tía Amalia y mi tío Lorenzo porque desde que era muy pequeña siempre procuraron mi bienestar y mi superación con todo su cariño y dedicación.

A mi tía Cecy por recibirme en su casa durante esta aventura y siempre reconfortarme con su deliciosa comida después de un día largo.

Quiero agradecer a mis amigos que siempre tuvieron las palabras de aliento para ayudarme a salir adelante y no darme por vencida aun en los momentos más estresantes y complicados del proceso. Gracias por siempre ser mi soporte, escucharme y aconsejarme; gracias por ese cariño, la confianza y la lealtad que valoro sobre todas las cosas. Gracias a mi incondicional amigo Vicente, a mi querida Dianita Márquez, Ale Meléndez, Diana Aduna, Yisel y Zenén.

Gracias a todos mis maestros por compartir sus conocimientos y el amor hacia esta hermosa ciencia, en especial a la Dra. Teresita, mi maestra Claudia y a Orquídea que además me ofrecieron su invaluable apoyo moral, consejos y lecciones de vida.

Gracias a esa persona que siempre me ha impulsado a crecer, demostrándome que las cosas más bonitas de la vida ocurren cuando te atreves a actuar a pesar miedo. Gracias Jorge, por todo tu amor, tu apoyo y comprensión.

Por último quiero agradecer a mi compañera de tesis Ale López, por su dedicación y entrega en este trabajo, gracias porque después de esta travesía y de compartir tantas cosas juntas, nos hemos convertido en buenas amigas, gracias por las risas, las lágrimas y las confidencias.

Karen Rubí

Agradecimientos

Esta tesis la dedico a mis padres Héctor y Antonieta, por su gran comprensión, motivación y apoyo que me han brindado a cada momento para lograr mis metas e impulsar todos mis sueños y anhelos. Gracias a ellos por confiar y creer en mí, por su amor, trabajo y sacrificios.

Gracias a mi madre por acompañarme en todas esas noches de estudio; gracias a mi padre por su apoyo incondicional por cada consejo y por cada una de sus palabras que siempre me sirven de guía.

A mis hermanas Marydeli y Gabriela, porque al igual que mis padres ellas han estado a mi lado apoyándome y ayudándome cuando más lo he necesitado. Gracias a mis sobrinos Aylin y Héctor por su amor y alegría con la que me reciben cada que los veo, ustedes son mi razón de ser.

Gracias amor por estar ahí incluso en los momentos más turbulentos, tu apoyo y comprensión fueron fundamentales. Gracias Juan por estar en esta etapa tan importante en mi vida.

A toda mi familia por sus consejos y palabras de aliento que han hecho de mí una mejor persona y sobre todo por su compañía en todos mis sueños y metas.

Alejandra

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Adolescencia	3
1.1.1 Nutrición en el adolescente.....	3
1.1.1.1 Hábitos alimentarios	4
1.1.2 Evaluación nutricional en adolescentes	6
1.1.2.1 Indicadores antropométricos.....	6
1.1.2.2 Indicadores bioquímicos	7
1.1.2.3 Indicadores clínicos	8
1.1.2.4 Indicadores dietéticos	8
1.1.3 Principales problemas de salud en los adolescentes	10
1.2 Antioxidantes	12
1.2.1 Clasificación.....	13
1.2.2 Fuentes alimentarias.....	14
1.2.3 Capacidad antioxidante.....	16
1.2.4 Importancia de los antioxidantes en la salud.....	16
1.2.5 Consumo de antioxidantes en la adolescencia	19
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
3. JUSTIFICACIÓN	23
4. OBJETIVOS.....	24
4.1 Objetivo General	24
4.2 Objetivos Específicos.....	24
5. HIPÓTESIS.....	24
6. DISEÑO METODOLÓGICO	25

6.1 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	29
6.2 Mediciones antropométricas	30
6.3 Determinación de los alimentos de mayor frecuencia de consumo	30
6.4 Obtención de los alimentos	31
6.5 Obtención de las muestras	31
6.6 Determinación del porcentaje de humedad	34
6.7 Extracción de compuestos antioxidantes	34
6.8 Compuestos polifenólicos totales	35
6.9 Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS.....	36
6.10 Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH	37
6.11 Análisis estadístico	38
6.12 Aspectos éticos.....	38
7. RESULTADOS.....	40
7.1. Características generales de la muestra	40
7.2 Medidas antropométricas.....	40
7.3 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	42
7.4 Marcas más consumidas	45
7.5 Porcentaje de humedad en los alimentos de consumo frecuente.....	46
7.6 Contenido de compuestos polifenólicos totales en los alimentos	47
7.7 Capacidad antioxidante por ABTS en los alimentos.....	47
7.8 Capacidad antioxidante por DPPH en los alimentos	48
7.9 Consumo de antioxidantes.....	51
7.10 Contenido de compuestos polifenólicos totales de la dieta	51
7.11 Capacidad antioxidante por ABTS de la dieta	53

7.12 Capacidad antioxidante por DPPH de la dieta	55
7.13 Aporte de compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante a la dieta por grupos de alimentos	57
7.14 Asociación entre indicadores antropométricos y consumo de antioxidantes	59
8. DISCUSIÓN	60
8.1 Indicadores antropométricos	60
8.2 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	62
8.3 Porcentaje de humedad	65
8.4 Antioxidantes en los alimentos	66
8.4.1 Determinación de compuestos polifenólicos totales	67
8.4.2 Capacidad antioxidante en los alimentos	68
8.5 Consumo de antioxidantes en adolescentes	70
8.5.1 Consumo de compuestos polifenólicos totales de la dieta	70
8.5.2 Capacidad antioxidante de la dieta	72
8.5.3 Relación del contenido de compuestos polifenólicos totales con la capacidad antioxidante	73
8.6 Asociación entre indicadores antropométricos y consumo de antioxidantes ...	73
9. CONCLUSIONES	74
10. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES	76
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
12. ANEXOS	93
Anexo 1 Consentimientos informados	93
Anexo 2 Criterios para evaluar el índice de masa corporal	95
Anexo 3 Parámetros para evaluar el porcentaje de grasa corporal	98
Anexo 4 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	99

Anexo 5 Curvas de calibración.....	102
Anexo 6 Modelos de alimentos empleados	105
Anexo 7 Técnica para tomar peso y talla según el manual ISAK	106
Anexo 8 Marcas más consumidas	108
Anexo 9 Alimentos analizados	109
Anexo 10 Aprobación del Comité de Ética e Investigación.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto protector antioxidante.....	13
Figura 2. Diagrama del diseño metodológico.	25
Figura 2A. Cálculo de la cantidad de antioxidantes en la dieta de los adolescentes.....	26
Figura 3A. Curva de calibración de ácido gálico para determinación de compuestos polifenólicos totales.....	102
Figura 3B. Microplaca con la curva de calibración de ácido gálico para determinación de compuestos polifenólicos totales.....	102
Figura 4A. Curva de calibración de ácido ascórbico para ABTS	103
Figura 4B. Microplaca con la curva de calibración de ácido ascórbico para ABTS	103
Figura 5A. Curva de calibración de Trolox para DPPH.....	104
Figura 5B. Microplaca con la curva de calibración de Trolox para DPPH	104
Figura 6. Modelos de alimentos	105
Figura 7. Compuestos polifenólicos de la dieta en el grupo de frutas y verduras	51
Figura 8. Compuestos polifenólicos de la dieta en el grupo de cereales	52
Figura 9. Compuestos polifenólicos de la dieta en el grupo de aceites y grasas	52
Figura 10. Capacidad antioxidante de la dieta por ABTS en el grupo de frutas y verduras	53
Figura 11. Capacidad antioxidante de la dieta por ABTS en el grupo de cereales ...	54
Figura 12. Capacidad antioxidante de la dieta por ABTS en el grupo de aceites y grasas	54

Figura 13. Capacidad antioxidante de la dieta por DPPH en el grupo de frutas y verduras	55
Figura 14. Capacidad antioxidante de la dieta por DPPH en el grupo de cereales ...	56
Figura 15. Capacidad antioxidante de la dieta por DPPH en el grupo de aceites y grasas	56
Figura 16. Aporte de compuestos polifenólicos a la dieta por grupo de alimentos....	58
Figura 17. Aporte de capacidad antioxidante por ABTS a la dieta por grupo de alimentos.....	58
Figura 18. Aporte de capacidad antioxidante por DPPH a la dieta por grupo de alimentos.....	59
Figura 19. Medición del peso corporal	106
Figura 20. Medición de la estatura estirada.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de adolescentes consumidores de los grupos de alimentos a nivel nacional y por región.....	6
Tabla 2. Tipos de cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	9
Tabla 3. Índice de masa corporal de acuerdo con la edad en adolescentes hombres.....	95
Tabla 4. Índice de masa corporal de acuerdo con la edad en adolescentes mujeres	96
Tabla 5. Interpretación del índice de masa corporal de acuerdo con la OMS.....	97
Tabla 6. Interpretación del porcentaje de grasa corporal en adolescentes hombres.....	98
Tabla 7. Interpretación del porcentaje de grasa corporal en adolescentes mujeres	98
Tabla 8. Procedimientos de preparación de las muestras para la determinación de antioxidantes	32
Tabla 9. Características generales de la muestra de estudio	40
Tabla 10. Distribución del índice de masa corporal en la muestra de acuerdo con la organización mundial de la salud.....	41
Tabla 11. Distribución del porcentaje de grasa corporal en la muestra	41
Tabla 12. Consumo de los diferentes grupos de alimentos por los adolescentes.....	42
Tabla 13. Alimentos de mayor consumo en la muestra de estudio.....	43
Tabla 14. Cantidad de alimento consumido en gramos por los adolescentes	44
Tabla 15. Marcas de alimentos consumidas frecuentemente	46
Tabla 16. Contenido de humedad en los alimentos evaluados.....	46
Tabla 17. Correlación entre compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante en los alimentos	48

Tabla 18. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante en los alimentos de consumo más frecuente y su contribución a la dieta	49
Tabla 19. Correlación entre compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante de la dieta	57
Tabla 20. Correlación entre indicadores antropométricos y consumo de antioxidantes.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS

ABTS⁺⁺	Ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico)
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
ARN	Ácido Ribonucleico
bh	base húmeda
bs	base seca
CA	Capacidad Antioxidante
CFCA	Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos
CPT	Compuestos Polifenólicos Totales
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazilo
ENSANUT MC	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FRAP	<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>
gl	grados de libertad
H₂O₂	Peróxido de Hidrógeno
HbA1c	Hemoglobina glucosilada
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i>
IDR	Ingesta Diaria Recomendada
IMC	Índice de Masa Corporal
ISAK	<i>International Society for the Advancement of the Kinanthropometry</i>
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
N.A.	No Aplica
OMS	Organización Mundial de la Salud
SPSS	<i>Statistical Package Social Science</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UNICEF	<i>United Nations International Children's Emergency Fund</i>

LISTA DE UNIDADES DE MEDICIÓN Y CONCENTRACIONES

°C	Grados centígrados
%GC	Porcentaje de Grasa Corporal
%H	Porcentaje de Humedad
AG/mL	Ácido Gálico/ mililitro
G	Gramos
kg/m²	Kilogramos/metros al cuadrado
L	Litro
Mg	Miligramos
mg EAA	miligramos Equivalentes de Ácido Ascórbico
mg EAG	miligramos Equivalente de Ácido Gálico
mg/g	miligramos/gramo
mg/L	miligramos/Litro
mg/mL	miligramos/mililitros
mL	mililitros
Mmol	Milimoles
Nm	nanómetros
Rpm	revoluciones por minuto
µL	microlitros
µmol ET	micromoles Equivalentes de Trolox
v/v	volumen/volumen

RESUMEN

El consumo de antioxidantes se ha relacionado con beneficios a la salud como la reducción de enfermedades no transmisibles, sin embargo, existen pocos estudios que aborden este tema en adolescentes, por lo que la presente investigación tuvo como objetivo cuantificar los antioxidantes presentes en los alimentos de consumo frecuente en adolescentes, hombres y mujeres, de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo, por medio de un análisis químico, para estimar su consumo en la dieta y determinar su relación con indicadores antropométricos. Para ello se realizó un estudio de campo de tipo transversal, comparativo y correlacional en una muestra no probabilística a conveniencia. Cada sujeto fue pesado y medido para obtener su índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de grasa corporal (%GC). Mediante un Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (CFCA) se obtuvieron aquellos de mayor consumo. Se prepararon las muestras de alimentos para las respectivas determinaciones (porcentaje de humedad (%H), compuestos polifenólicos totales (CPT) y capacidad antioxidante (CA) utilizando las metodologías de ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico) [ABTS] y 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo [DPPH]). Los análisis estadísticos se hicieron utilizando el programa *Statistical Package Social Science* (SPSS) versión 24. Solo el 14.7% de los adolescentes consumieron frutas diariamente y 11.2% verduras, sin existir diferencias significativas entre hombres y mujeres. De acuerdo con las pruebas de laboratorio, la muestra de adolescentes tuvo un consumo de alimentos con un contenido de CPT (1484.01 mg EAG/persona/día) y una CA (345.67 mg EAA/persona/día y 5399.14 μ mol ET/persona/día para ABTS y DPPH respectivamente) similar a los valores de la dieta mediterránea. Las frutas y verduras tuvieron el mayor aporte de CPT (59%); los cereales (57% y 59%) fueron los que tuvieron el mayor aporte a la CA por ABTS y DPPH, respectivamente. Con base en estos resultados se sugiere la necesidad de implementar estrategias para aumentar el consumo de alimentos que son fuente de antioxidantes para obtener mayores beneficios en la salud.

Palabras clave: antioxidantes, adolescentes, cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, compuestos polifenólicos totales, ABTS, DPPH.

ABSTRACT

The antioxidant intake has been related with the benefits on the health like the reduction of non-communicable diseases, however, there are few studies in adolescents, then the objective of this research was to quantify the antioxidant present in the food frequency consumption in adolescents, men and women, from a private high school of Mineral de la Reforma, Hidalgo, by the chemical analysis, to estimate the intake in the diet and determine the relationship with anthropometric indicators. A transversal, comparative and correlational study was carried out in a non-probabilistic convenience sample. Each subject was weighed and heighted to calculate their body mass index (BMI) and the percentage of body fat (%BF). Through a food frequency questionnaire (FFQ) were obtained the highest consumption foods. Samples of the foods were prepared for the respective determinations like: percentage of moisture, antioxidants compounds extraction, total polyphenolic compounds (TPC), antioxidant capacity (AC) using the methodologies of 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH). The statistics analysis were done using the software Statistical Package Social Science (SPSS) version 24. Only 14.7% of the adolescents consumed fruits daily and 11.2% vegetables, without significant differences between men and women. In accordance with the lab tests, the study sample has an intake of foods with a content of TPC (1484.01 mg EAG/person/day) and AC (345.67 mg EAA/person/day y 5399.14 μ mol ET/person/day for ABTS y DPPH respectively) similar to the values of the Mediterranean diet. Fruits and vegetables had the greater contribution of TPC (59%). Cereals (57% and 59%) had the greater contribution to the AC by ABTS and DPPH respectively. These results suggest the implementation of strategies to increase the intake of antioxidants food sources to achieve better benefits for health.

Key words: antioxidants, adolescents, food frequency questionnaire, total polyphenolic compounds, ABTS, DPPH.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Adolescencia

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la adolescencia es el período de crecimiento y desarrollo humano que se produce después de la niñez y antes de la edad adulta, entre los 10 y los 19 años. Siendo una de las etapas de transición más importantes en la vida humana, caracterizada por un ritmo acelerado de crecimiento y de cambios físicos y psicológicos (OMS, 2017). Esta se divide en 2 etapas, la adolescencia temprana y la tardía, en la primera se presenta la pubertad siendo un proceso fisiológico de diferenciación sexual y de aceleración del crecimiento, la segunda consiste en un proceso psicosocial que le permite aceptar las modificaciones en su apariencia física, buscar su nueva identidad y diseñar su plan de vida (Unikel-Santoncini y Saucedo-Molina, 2015). En los seres humanos, el comienzo de la pubertad marca el pasaje de la niñez a la adolescencia (OMS, 2017).

1.1.1 Nutrición en el adolescente

En la adolescencia la aceleración del crecimiento y los cambios en la composición corporal determinan una importante demanda metabólica, por lo que, los objetivos de la nutrición en esta etapa de vida son asegurar un desarrollo adecuado, evitar deficiencias de nutrientes específicos y promover hábitos dietéticos saludables para la prevención de futuras enfermedades (Martín-Aragón y Marcos, 2008; Mataix y Martínez, 2008). Las necesidades energéticas, son superiores a las presentadas en cualquier otra edad, generalmente son calculadas con recomendaciones formuladas por organizaciones internacionales como la *Food and Agriculture Organization* (FAO), la OMS y la *United Nations University* (FAO/OMS/UNU, 2001; Martín-Aragón y Marcos, 2008).

Un aspecto importante a considerar en la evaluación nutricional de los adolescentes, así como para el cálculo de macro y micronutrientes, es la edad biológica ya que, ésta frecuentemente no coincide con la edad cronológica, siendo dicha diferencia más significativa en los hombres que en las mujeres, lo que puede llevar a un diagnóstico nutricional erróneo o a no cubrir con los requerimientos especiales de esta etapa. Por lo

anterior, se debe corregir la edad cronológica por la edad biológica cuando hay una diferencia mayor o igual a un año (Martín-Aragón y Marcos, 2008; Marugán *et al.*, 2010). La edad biológica es aquella relacionada con el desarrollo puberal y se determina por medio de la clasificación de Tanner para el desarrollo puberal y debe evaluarse en las niñas desde los 8 hasta los 14 años y en los niños de 10 a 16 años de edad (Martín-Aragón y Marcos, 2008); mientras que la edad cronológica es entendida como el tiempo que ha vivido una persona (Real Academia Española, 2018).

1.1.1.1 Hábitos alimentarios

Se entiende como hábitos alimentarios al conjunto de conductas adquiridas por un individuo, por la repetición de actos en cuanto a la selección, la preparación y el consumo de alimentos; se relacionan principalmente con las características sociales, económicas y culturales de una población o región determinada (NOM-043, 2012). Entre los hábitos alimentarios más frecuentes en la adolescencia se identifican: omitir algún tiempo de comida, ingerir refrigerios, consumir comidas rápidas, no comer en familia y realizar dietas estrictas sin prescripción médica (Martín-Aragón y Marcos, 2008; Marugán *et al.*, 2010).

La infancia y particularmente la adolescencia son etapas decisivas en la formación de los hábitos alimentarios que influirán en las preferencias de los alimentos, el consumo de energía y la ingesta de nutrientes en las etapas posteriores. Se ha observado que en la mayoría de las personas adultas, los hábitos alimentarios individuales son prácticamente iguales a los que aprendieron en las primeras etapas de su vida (Martín-Aragón y Marcos, 2008). Incluso algunos autores consideran la adolescencia como la “última oportunidad para preparar nutricionalmente a los jóvenes para una vida adulta más sana” (Marugán *et al.*, 2010).

En la adolescencia se pueden adquirir nuevos hábitos de consumo de alimentos debido a que existen diversos elementos que influyen psicológica y socialmente en la elección de alimentos, tales como, los amigos y compañeros, el hábito de comer fuera de casa, el rechazo a las normas tradicionales familiares, la búsqueda de autonomía y un mayor poder adquisitivo (Marugán *et al.*, 2010). Cabe destacar que el entorno familiar y escolar ejercen roles de gran importancia en la determinación de la actitud

que los adolescentes desarrollarán entorno a los alimentos (Martín-Aragón y Marcos, 2008).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC) reportado por Shamah-Levy *et al.* (2016), en México la dieta de los adolescentes incluye una diversidad total de 6.4 grupos de alimentos por día, de los cuales 3.7 pertenecen a los grupos recomendables para el consumo cotidiano (definidos por una asociación negativa con el sobrepeso y la obesidad) y el 2.7 para los que no son recomendables (definidos por una asociación positiva con el sobrepeso y la obesidad).

En la Tabla 1 se describen las proporciones de consumo de los diferentes grupos de alimentos en adolescentes, considerando la zona geográfica, donde cabe destacar que el consumo de frutas, verduras y leguminosas son superiores en la región centro.

La preferencia por los grupos de alimentos recomendables es muy variable, siendo baja la proporción de adolescentes que consumen frutas (39.2%) y verduras (26.9%), mientras que la ingesta de leguminosas, lácteos y agua sola es elevada, alcanzando un 63.1%, 61.1% y 83.2% respectivamente; también se ha registrado que el consumo de carnes y huevo se presenta en poco menos de la mitad de la población. Para el caso de los grupos de alimentos no recomendables se observan proporciones considerables, el 83.9% de la población consume bebidas no lácteas endulzadas; las botanas, dulces y postres son consumidas por casi el 60%, la mitad consume cereales dulces y el 33.2% consume bebidas lácteas endulzadas (Shamah-Levy *et al.*, 2016).

Tabla 1. Porcentaje de adolescentes consumidores de los grupos de alimentos a nivel nacional y por región					
Grupo de alimentos	Nacional (%)	Región			
		Norte (%)	Centro (%)	CDMX (%)	Sur (%)
Recomendables					
Frutas	39.20	32.20	44.90	48.80	33.10
Verduras	26.90	20.60	31.90	26.20	25.30
Leguminosas	63.10	71.00	63.90	50.60	62.90
Carnes no procesadas	48.80	46.10	42.50	63.80	51.00
Agua	83.20	88.50	78.20	81.70	86.30
Huevo	46.40	67.50	43.80	39.90	40.20
Lácteos	61.10	58.90	65.20	69.60	54.60
No recomendables					
Carnes Procesadas	23.70	38.70	26.00	24.80	12.80
Comida rápida y antojitos mexicanos	21.40	19.00	17.10	24.40	26.00
Botanas, dulces y postres	59.40	63.40	61.30	65.40	52.80
Cereales dulces	50.30	44.20	50.50	53.30	52.20
Bebidas no-lácteas endulzadas	83.90	84.50	84.90	77.00	85.20
Bebidas lácteas endulzadas	33.20	25.00	37.90	31.20	33.60

Fuente: Shamah-Levy *et al.*, 2016.

1.1.2 Evaluación nutricional en adolescentes

La evaluación de la condición nutricional es una combinación de medidas que permiten determinar el estado de salud de un individuo dependiendo si se cumplen o no las necesidades nutricionales (FAO, 2018) o si se encuentra en una situación de déficit o de exceso nutricional (Mataix, 2008). Dentro de los métodos más utilizados para la evaluación nutricional se encuentran los indicadores antropométricos, bioquímicos, clínicos y dietéticos.

1.1.2.1 Indicadores antropométricos

Los indicadores antropométricos son aquellos que permiten determinar las dimensiones físicas de un individuo y su composición corporal. Consiste en realizar mediciones del tamaño del cuerpo, el peso y sus proporciones; así como cuantificar la cantidad y distribución de los componentes que conforman el peso. Estos indicadores son muy útiles y ampliamente utilizados debido a su bajo costo, facilidad de utilización y su validez ya que, refleja el estado de salud, desarrollo y crecimiento especialmente en el caso de los jóvenes; además de conocer el balance energético y nutrimental a lo largo de la vida (Suverza, 2010).

Una exploración antropométrica difiere entre un adulto y un adolescente debido a que este último continúa en crecimiento, por lo que el peso saludable depende de su edad y talla. Las medidas antropométricas más utilizadas durante esta etapa son el peso, talla, perímetro de brazo, pliegue tricípital y perímetro de cintura (Mataix y Martínez, 2008). Otros indicadores importantes son: el porcentaje de grasa corporal (%GC), indicador aprobado por su amplia relación con el grado de desarrollo puberal producido por las hormonas sexuales a nivel del tejido adiposo y el Índice de Masa Corporal (IMC), obtenido de la relación del peso (kg) entre la talla (m²), siendo un indicador universalmente aceptado para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en individuos de 2 a 18 años por la alta correlación con el %GC (Martín-Aragón y Marcos, 2008).

Generalmente en la adolescencia se incrementa el 50% del peso que se tendrá en la adultez y alrededor de 15% de la estatura final, lo que aplica para ambos sexos. A pesar de que se esperaría que el aumento de peso sea proporcional al de la estatura, lo cierto es que cada persona tiene su propio ritmo de crecimiento. Por lo tanto, lo más adecuado es emplear un registro longitudinal de los incrementos de peso y estatura para evaluar el estado nutricional (Casanueva *et al.*, 2008).

1.1.2.2 Indicadores bioquímicos

Los indicadores bioquímicos son útiles para identificar directa o indirectamente las concentraciones de los nutrientes en el organismo por medio del análisis de los diferentes fluidos corporales como la sangre o la orina, evaluando el nivel de disminución de reservas de un nutriente en específico, así como las alteraciones metabólicas o funcionales que su carencia ocasiona (Carmuega y Durán, 2000; Dini y Henríquez, 2009). Su importancia radica en que permiten detectar alteraciones en el periodo prepatogénico de alguna enfermedad (Dini y Henríquez, 2009).

De acuerdo con Dini y Henríquez (2009) en los adolescentes la evaluación bioquímica básica está determinada por:

- Bioquímica general
- Hemograma (hematocrito, hemoglobina, leucocitos, plaquetas y volumen corpuscular medio, proteínas viscerales, entre otros)
- Perfil lipídico y enzimas hepáticas

- Vitaminas y minerales como hierro y calcio en sangre
- Uroanálisis
- Coproanálisis

1.1.2.3 Indicadores clínicos

Al realizar la evaluación clínica en un adolescente, además de realizar una exploración completa que incluya inspección, palpación, percusión y auscultación (Ávila *et al.*, 2015), se debe incluir el grado de desarrollo puberal por medio de la clasificación de Tanner, el cual nos da a conocer el grado de maduración sexual que presentan en esta etapa. Además dentro de la exploración se debe registrar la tensión arterial e interpretarse de acuerdo con la edad y sexo (Mataix y Martínez, 2008). Es importante resaltar que para realizar una valoración clínica adecuada es necesario complementar los signos clínicos con los indicadores antropométricos, bioquímicos y dietéticos, ya que algunos de éstos, pueden estar relacionados con causas distintas a la malnutrición (Ávila *et al.*, 2015).

1.1.2.4 Indicadores dietéticos

Debido a que la nutrición es el principal factor exógeno que determina el crecimiento, se debe estimar la ingesta alimentaria habitual de forma cualitativa y cuantitativa, para posteriormente compararlo con las necesidades de acuerdo al sexo y al grupo etario (Mataix y Martínez, 2008). Los indicadores dietéticos evalúan la cantidad y el tipo de alimentos que son consumidos por una persona, lo que permite estimar la energía y los nutrientes ingeridos. Dicha información permite conocer la calidad de la dieta, los hábitos, frecuencias y preferencias alimentarias de un individuo (Ravasco *et al.*, 2010), considerando la dieta como un conjunto de alimentos y platillos que se consumen cada día, y que constituye la unidad de la alimentación (NOM-043, 2012).

Existen diversos instrumentos que son empleados para recoger dichos datos de la ingesta, que evalúan desde el consumo de un producto alimenticio en específico o la ingesta de un nutriente en concreto, hasta valorar la dieta habitual (es decir aquella que sigue un grupo de personas bajo condiciones normales). Entre ellos se encuentran la historia dietética, el registro o diario dietético, el recordatorio de 24 horas y el

cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) (Martín-Moreno y Gorgojo, 2007).

El CFCA es un sistema de estimación directa de la ingesta de alimentos durante un periodo de tiempo en el pasado, con base en un listado de alimentos preestablecido (Mataix y Aranceta, 2008) que cumpla con los intereses de la evaluación dietética; por ejemplo, alimentos fuente del nutrimento que se desea evaluar y que sean de consumo frecuente de la población estudiada (Haua, 2010).

Por lo mencionado anteriormente, es importante destacar que no existe un CFCA que pueda ser utilizado universalmente, debido a que solo puede ser aplicado en la población (o en otra muy semejante) y para el fin para el cual fue diseñado, ya que de lo contrario la evaluación sería deficiente. Sin embargo, este es uno de los métodos más utilizados para evaluar la dieta habitual, debido a que puede ser aplicado fácilmente, al ser respondido directamente por los pacientes o la población de estudio después de recibir instrucciones claras y detalladas (Haua, 2010; Martín-Moreno y Gorgojo, 2007).

Los 3 tipos de CFCA que existen se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de Cuestionarios de Frecuencia de Consumo de Alimentos		
CFCA cuantitativos	CFCA cualitativos	CFCA semicuantitativos
<ul style="list-style-type: none"> • En esta modalidad se pregunta la frecuencia y el tamaño de la porción consumida. • Para estimar de manera más precisa el tamaño de la porción, se puede utilizar modelos de alimentos físicos o fotográficos. • Su uso es poco común porque su aplicación es compleja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de cuestionarios solo se limita a preguntar sobre la frecuencia con las que se consumen los diferentes alimentos, omitiendo las porciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • En esta se registra la frecuencia con la que se consume un alimento en relación con la porción que normalmente se consume, respecto a una porción estándar de referencia.

Fuente: Haua, 2010; Martín-Moreno y Gorgojo, 2007.

El CFCA se ha empleado además para determinar el consumo de ciertos componentes de los alimentos tales como los antioxidantes. Por ejemplo, en el estudio realizado por Holt *et al.* (2009) se utilizó un CFCA mediante el cual fue posible determinar que el

consumo de frutas y verduras, así como la ingesta total e individual de flavonoides, vitamina C, beta carotenos y folatos, resultó estar inversamente relacionada con los marcadores de la inflamación y con el estrés oxidativo en adolescentes. Asimismo, en el trabajo realizado por Puchau *et al.* (2010), en donde se buscaba probar la relación entre el consumo de la capacidad antioxidante (CA) en la dieta y los marcadores de obesidad en niños y adolescentes con obesidad, fue utilizado un CFCA validado para estimar la CA, nutrientes diarios y el consumo de energía.

1.1.3 Principales problemas de salud en los adolescentes

En México, algunos de los principales problemas de salud que presentan son el sobrepeso y la obesidad, siendo esta última definida por la OMS (1995) como “la condición en la cual el exceso de tejido adiposo afecta de manera adversa la salud y el bienestar”. De acuerdo con la ENSANUT MC, el 22.4% de la población adolescente presenta sobrepeso y el 13.9% tiene obesidad, teniendo como resultado una prevalencia combinada del 36.3%. Las mujeres son las principales afectadas, pues su prevalencia combinada es mayor (39.2%) en comparación con la de los hombres (33.5%) (Shamah-Levy *et al.*, 2016).

Esta situación es alarmante, debido a que el sobrepeso y la obesidad están asociados a complicaciones, tanto a corto como a largo plazo que afectan la calidad de vida de la población. Como complicaciones inmediatas se pueden encontrar las alteraciones como la resistencia a la insulina, el aumento de colesterol, de lipoproteínas de baja densidad (LDL por sus siglas en inglés) y de triglicéridos, alteraciones pulmonares y menstruales, diabetes mellitus tipo 2 y trastornos psicológicos. A mediano plazo, el riesgo de presentar hipertensión arterial en un lapso de 2 a 4 años se incrementa hasta 10 veces más, del mismo modo se ve incrementado el riesgo de presentar hipercolesterolemia, valores de LDL altos y niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL por sus siglas en inglés) bajos. Lo que explica las altas incidencias y prevalencias de enfermedades coronarias, hipertensión arterial, enfermedad renal, aterosclerosis, artritis y cáncer en adultos (Escudero-Lourdes, *et al.*, 2014).

A pesar de que las enfermedades cardiovasculares no son la principal causa de muerte en adolescentes y niños, a diferencia de los adultos, muchos de los factores que las desencadenan se desarrollan desde etapas tempranas de la vida. La hipertensión arterial es una alteración que puede ser detectada desde la niñez y la adolescencia (Escudero-Lourdes, *et al.*, 2014); en México, su prevalencia en adolescentes va desde el 4.9% hasta el 14% teniendo valores superiores cuando hay presencia de sobrepeso y obesidad (Acosta-Berrelleza *et al.*, 2017). Del mismo modo las placas ateroscleróticas se pueden desarrollar desde la infancia, cuya evolución dependerá de los factores genéticos, ambientales y especialmente de los dietéticos (Escudero-Lourdes, *et al.*, 2014).

La obesidad también representa un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, ya que la sensibilidad a la insulina en adolescentes tiene una asociación inversa con el IMC (Mendoza-López *et al.*, 2016). De acuerdo con una revisión de la ENSANUT 2012 realizada por Hernández-Ávila *et al.* (2013), se reportó que a nivel nacional 155 000 individuos de este grupo etario (0.68%) refiere tener un diagnóstico previo de diabetes, el 0.59% de los hombres la padece, mientras que entre las mujeres su prevalencia es de 0.77%. En un estudio realizado en la ciudad de Morelia, Michoacán con adolescentes de entre 12 y 16 años, que presentaban sobrepeso u obesidad, se reportó que el 18% de la muestra cumplía con los criterios para el diagnóstico de prediabetes y el 5% para diabetes de acuerdo con los valores de hemoglobina glucosilada (HbA1c) los cuales fueron $\geq 6.5\%$ para esta última. Cabe resaltar que de tales prevalencias la gran mayoría eran mujeres. En esta investigación se llegó a la conclusión de que casi una cuarta parte de los adolescentes con sobrepeso y obesidad tienen alteraciones en el metabolismo de la glucosa (Mendoza-López *et al.*, 2016).

El síndrome metabólico es una serie de desórdenes metabólicos (Lizarzaburu, 2013), causados por factores genéticos y factores asociados al estilo de vida, como la sobrealimentación y el sedentarismo (Mataix y González, 2008). De acuerdo con la OMS (1999), la *National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III (ATP III)* (NCEP, 2002), la *American Association of Clinical Endocrinologists*

(AACE) (Einhorn *et al.*, 2003) y la *International Diabetes Federation* (IDF, 2006), los componentes del síndrome metabólico en adultos se basan en la presencia de al menos tres de los siguientes factores de riesgo cardiovascular: obesidad abdominal, IMC elevado, hipertensión arterial, hipertrigliceridemia, disminución del colesterol HDL, resistencia a la insulina, hiperglicemia en ayuno o diabetes mellitus tipo 2 (Lizarzaburu, 2013).

En los adolescentes no existe un consenso para los criterios diagnósticos (Burrows *et al.*, 2007; Cardoso-Saldaña *et al.*, 2010). Además, los estudios realizados en adolescentes mexicanos son escasos y sus muestras son de diferentes regiones geográficas y estratos socioeconómicos, lo que dificulta una generalización en esta población. Sin embargo, las prevalencias en México de algunos componentes del síndrome metabólico (dislipidemias, hipertensión, sobrepeso, obesidad y diabetes mellitus) han incrementado en este grupo etario (Cardoso-Saldaña *et al.*, 2010).

1.2 Antioxidantes

Un antioxidante es una molécula capaz de desacelerar o prevenir la oxidación (Halliwell, 1995), producida por especies reactivas de oxígeno en las moléculas presentes en los organismos vivos, tales como, ácidos grasos, proteínas y ácido desoxirribonucleico (ADN) (Halliwell y Gutteridge, 2007; Peng *et al.*, 2014). Se encuentran generalmente concentrados en la cáscara y piel de muchas frutas y verduras, son responsables del color de dichos alimentos, además de proporcionar protección hacia los agentes patógenos, la luz ultravioleta y otros tipos de estrés (USDA, 2006).

Los diferentes órganos y tejidos del cuerpo humano están en constante exposición a moléculas oxidantes (Benzie, 2000; 2003), incluso algunas son producidas por el mismo metabolismo (Sroka y Madeja, 2009). La oxidación consiste en la separación de un hidrógeno o un electrón de una molécula por medio de la adición de oxígeno (Ames, 1998) y es causada por un radical libre, que se define como cualquier átomo o molécula que tenga un electrón desapareado en su última orbita (Ames, 1998; Halliwell y Gutteridge, 2007) que pueden causar reacciones en cadena provocando estrés oxidativo que erosiona la membrana celular (Aguirre-Joya *et al.*, 2012).

Como medida de protección, las células cuentan con sistemas antioxidantes propios que ayudan a prevenir que los radicales libres produzcan daños en sus estructuras (Figura 1), removiéndolos e inhibiendo otras reacciones de oxidación (Genestra, 2007), dentro de estos sistemas se puede encontrar el sistema antioxidante enzimático y el sistema no enzimático (Chelikani *et al.*, 2004; Peng *et al.*, 2014) los cuales serán descritos en el siguiente apartado.

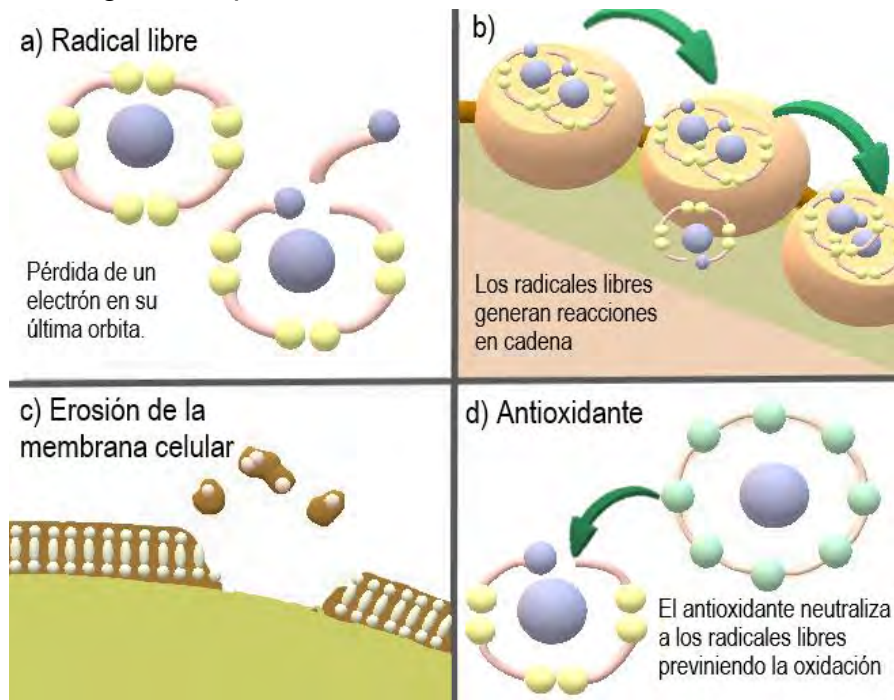


Figura 1. Efecto protector antioxidante. Imagen modificada de Aguirre-Joya *et al.* (2012).

1.2.1 Clasificación

Los antioxidantes pueden ser clasificados por su mecanismo de acción y estructura (Flora, 2009). De acuerdo con su mecanismo de acción se encuentran el sistema antioxidante enzimático y los antioxidantes no enzimáticos. El primero consiste en un conjunto de enzimas tales como, superperóxido dimutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y glutatión reductasa, que se encargan de catalizar la reacción que convierte los radicales aniones superóxido en peróxido de hidrógeno (H_2O_2), en agua y oxígeno (Chelikani *et al.*, 2004; Peng *et al.*, 2014).

Por otro lado, la segunda defensa del organismo frente a radicales libres es el sistema antioxidante no enzimático, sus principales representantes son las vitaminas C y E (Weinberg *et al.*, 2001), siendo su función mejorar la actividad de los antioxidantes enzimáticos endógenos por medio de un barrido reactivo de radicales libres (Balsano y Alisi, 2009). Además de las vitaminas, otras moléculas presentes en los alimentos como los polifenoles, flavonoides y carotenos participan dentro de este sistema (Kharb y Singh, 2004; Petchetti *et al.*, 2007).

Respecto a su estructura, se encuentran los polifenoles, un grupo de sustancias químicas (Landete, 2013), definidos también como agentes reductores (Scalbert y Williamson, 2000), que se encuentran en las plantas y son caracterizados por más de un grupo fenol o bloque por molécula. Los polifenoles son clasificados en dos tipos principales: polifenoles flavonoides y no flavonoides (Landete, 2013). La estructura química determina las propiedades de los polifenoles como la biodisponibilidad intestinal, la CA y la interacción específica con receptores celulares y enzimas (Scalbert y Williamson, 2000; USDA, 2006; Landete, 2013). Los flavonoides son considerados los más efectivos antioxidantes porque poseen uno o más elementos estructurales que participan en la actividad anti radical. La quercetina es considerada como el antioxidante más activo debido a que combina todos los elementos (Landete, 2013).

Por sus estructuras y principalmente por el grado de oxidación del oxígeno heterocíclico que poseen, pueden ser clasificados en: proantocianidinas (Scalbert y Williamson, 2000) antocianinas, flavanoles (catequinas), flavanonas, flavonas, flavonoles e isoflavonas (Scalbert y Williamson, 2000; USDA, 2006).

1.2.2 Fuentes alimentarias

Las verduras, las frutas y las leguminosas son los principales grupos de alimentos que están directamente relacionados con el consumo de antioxidantes (Rautiainen *et al.*, 2008), ya que son los que aportan estos componentes en mayor medida a la dieta (Agudo *et al.*, 2007). Los polifenoles son los principales antioxidantes encontrados en los alimentos (Scalbert y Williamson, 2000; Scalbert *et al.*, 2005) seguidos de la vitamina C y en menor medida la vitamina E y la vitamina A (Scalbert *et al.*, 2005).

La mayor fuente dietaria de polifenoles son las frutas, verduras (Alonso *et al.*, 2002; Saura-Calixto *et al.*, 2010; Hervert-Hernández *et al.*, 2011), bebidas (Alonso *et al.*, 2002; Hervert-Hernández *et al.*, 2011) y cereales (Hervert-Hernández *et al.*, 2011). Se pueden encontrar principalmente en bayas, té, uvas, aceite de oliva, chocolate, cocoa, café, nueces, cacahuates, granadas, palomitas de maíz, entre otros. En el té se encuentran grandes concentraciones de flavonoides como la epicatequina, la catequina y sus ésteres de galato; epigallocatequina, galocatequina, galato de epicatequina y galato de epigallocatequina (Wiseman *et al.*, 2001).

Por otra parte, el chocolate es un alimento muy rico en polifenoles principalmente en catequinas y proantocinidinas, por lo que su consumo aun en pequeñas cantidades puede tener un aporte significativo de estas sustancias a la dieta (Scalbert y Williamson, 2000). La principal fuente de flavanonas son las frutas cítricas (Scalbert y Williamson, 2000; Proteggente *et al.*, 2002), se ha observado que en la naranja el compuesto de este tipo más abundante es la hesperidina (125-250 mg/L de jugo) (Scalbert y Williamson, 2000). La cebolla, el puerro, la espinaca y la col verde son ricos en los antioxidantes llamados flavonoles (Proteggente *et al.*, 2002), de los cuales la quercetina es el flavonol dietario que se consume en mayor cantidad, siendo la cebolla la principal fuente con un aporte de 0.3 mg/g peso fresco (Scalbert y Williamson, 2000).

Las flavonas son menos comunes y fueron identificadas en los pimientos rojos y el apio, en forma de luteolina y apigenina respectivamente. Las catequinas son los principales flavonoides que se encuentran en abundancia en el té y el chocolate (Scalbert y Williamson, 2000). Las proantocianidinas son flavonoides poliméricos que se encuentran principalmente en la manzana, la pera, las uvas y el chocolate, siendo responsables de la astringencia de éstos alimentos (Santos-Buelga y Scalbert, 2000). Las antocianinas están presentes en las ciruelas, fresas, frambuesas (Scalbert y Williamson, 2000; Landete, 2013), arándanos, cerezas, uvas y grosellas (Scalbert y Williamson, 2000) en forma de pigmentos.

En la manzana, la uva, la pera, la cereza y las bayas el contenido de polifenoles varía entre 200 y 300 mg por cada 100 g de peso fresco; mientras que una taza de café o té contiene aproximadamente 100 mg de polifenoles. Los polifenoles no se distribuyen

de manera proporcional en todos los tejidos de las plantas y una fracción de ellos puede perderse durante el procesamiento, por ejemplo la quercetina se encuentra en la cáscara de la manzana, así como el ácido fenólico se encuentra en la cáscara exterior de los granos de trigo, por lo que al retirar estos componentes, se pierde gran parte de este tipo de antioxidantes (Scalbert y Williamson, 2000). Del mismo modo, otros procesamientos como el cortado (Scalbert y Williamson, 2000; Coronado *et al.*, 2015) y la cocción disminuye el contenido de compuestos polifenólicos totales (CPT) en frutas (Coronado *et al.*, 2015) y verduras (Nayak *et al.*, 2013).

Se ha observado que las frutas tienen un mayor contenido de polifenoles comparado con las verduras, incluso contienen algunos antioxidantes que estas últimas no poseen, como las proantocianidinas y antocianidinas, y pueden tener hasta 1-2 g/100 g de peso fresco (Scalbert y Williamson, 2000).

En México, otros alimentos de consumo local que se consideran fuentes de antioxidantes son el agua de jamaica, tortillas, frijol, elote, la tuna, el jitomate y la bebida pozol originaria del estado de Chiapas (Coronado *et al.*, 2015).

1.2.3 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante total de los alimentos se conoce como la capacidad acumulativa que ejercen todos sus componentes para eliminar los radicales libres (Pellegrini, 2003), dentro de estos elementos se pueden encontrar a los compuestos polifenólicos, vitaminas, carotenoides y minerales (González-Montesino, 2009), así como el sistema antioxidante enzimático (Peng *et al.*, 2014). Esta capacidad puede ser influenciada por el origen geográfico, estaciones del año, prácticas agrícolas, métodos de extracción y de análisis (Chun *et al.*, 2005), así como por los tratamientos térmicos. La disminución de los antioxidantes en los alimentos tratados térmicamente se atribuye a la utilización de polifenoles durante las reacciones de Maillard (Nayak *et al.*, 2013).

1.2.4 Importancia de los antioxidantes en la salud

La dieta es una herramienta potencial para el control de enfermedades no transmisibles y específicamente las frutas y verduras han demostrado ejercer un efecto protector, relacionado con su alto contenido de antioxidantes (Landete, 2013). La gama de

antioxidantes disponibles dentro y fuera de las células debe ser suficiente para mantener un equilibrio entre las sustancias prooxidantes y antioxidantes (Dhalla *et al.*, 2000; Moylan y Reid, 2007), y así protegerlas del daño oxidativo (Valko *et al.*, 2007). Este balance se puede perder debido a una sobreproducción de especies reactivas de oxígeno, incluidos los radicales libres y peróxidos (Valko *et al.*, 2007; Jennings *et al.*, 2009), como consecuencia de la exposición a fuentes que superan las defensas antioxidantes, o por una ingesta inadecuada de los nutrientes que contribuyen al sistema de defensa (Valko *et al.*, 2007). A este desequilibrio se le conoce como estrés oxidativo.

Recientemente se ha dado mayor interés al estrés oxidativo debido a que se ha relacionado con enfermedades no transmisibles, tales como obesidad, hipertensión, dislipidemia, diabetes mellitus tipo 2, síndrome metabólico (Fulop *et al.*, 2006), aterosclerosis (Fulop *et al.*, 2006; Jenner y Jenner, 2009; Schwartz *et al.*, 2009), insuficiencia cardíaca (Ferrari *et al.*, 2004), infarto al corazón (Sartório *et al.*, 2007), Alzheimer (Butterfield *et al.*, 2006) y síndrome de fatiga crónica (Chung *et al.*, 2009); además de relacionarse con biomarcadores de la inflamación (Dandona *et al.*, 2004).

Los polifenoles presentes en los alimentos al ser agentes reductores, pueden ayudar a limitar el daño oxidativo en los tejidos del cuerpo (Scalbert y Williamson, 2000; Förstermann, 2008), actuando directamente en las especies reactivas de oxígeno o estimulando al sistema de defensa endógeno (Förstermann, 2008), con lo que ayudan a prevenir la inflamación (Scalbert y Williamson, 2000), así como varias enfermedades, tales como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Scalbert y Williamson, 2000; González-Montesino, 2009). El efecto que tienen los polifenoles para las enfermedades cardiovasculares radica en que reducen los niveles de triglicéridos, colesterol y LDL en plasma además de inhibir la agregación plaquetaria (Mercado-Mercado *et al.*, 2013). Mientras que para el cáncer los compuestos polifenólicos tienen una acción antioxidante que neutraliza a las especies reactivas de oxígeno por medio de la desactivación del agente cancerígeno o por la activación de enzimas del sistema de defensa endógeno del organismo (Heras, 2015).

En investigaciones realizadas con animales se ha observado que los polifenoles pueden reducir los niveles de biomarcadores tumorales (Fujimoto *et al.*, 2002) e inhibir factores de transcripción (Ahmad *et al.*, 2000), tomando un papel esencial en la prevención de cáncer (Nomura *et al.*, 2000), sin embargo la evidencia clínica en humanos para este efecto sigue siendo muy limitada (Fujimoto *et al.*, 2002). Algunos otros experimentos en animales muestran que los antioxidantes pueden contribuir a la prevención de enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer y Parkinson (Canturi-Castelvetri *et al.*, 2000). Además, el contenido de compuestos polifenólicos totales (CPT) en las plantas puede explicar su actividad terapéutica en el tratamiento de diabetes en experimentos en animales (Zunino *et al.*, 2007). Las isoflavonas han ganado atención debido a que, por su débil actividad estrogénica, puede ser una alternativa para prevenir la osteoporosis (Atmaca *et al.*, 2008; Ma *et al.*, 2008).

Algunos estudios realizados en niños y adolescentes ya han reportado la relación entre el estrés oxidativo y la obesidad, así como con el síndrome metabólico (Molnar *et al.*, 2004; Codoner-Franch *et al.*, 2009). En un estudio realizado en España con niños y adolescentes se pudo observar que el consumo de antioxidantes estaba inversamente asociado con el %GC e IMC, especialmente en sujetos con obesidad. Esta asociación inversa sugiere que podría existir un posible rol del consumo de antioxidantes dietarios en la homeostasis independientemente del consumo de energía, ya que también se encontró que aquellos que tenían un peso normal presentaban mayor cantidad de actividad física, consumo de energía, así como un mayor consumo de antioxidantes, que aquellos que presentaban obesidad. Incluso en esta investigación se llegó a la conclusión que la CA dietaria puede funcionar como un predictor potencial del riesgo de desarrollar obesidad tan efectivo como el IMC y el %GC en niños y adolescentes (Puchau *et al.*, 2010). Esta relación podría explicarse debido a que los compuestos polifenólicos aumentan la salivación, la secreción de jugo gástrico y de bilis favoreciendo así la digestión y absorción en el sistema digestivo, además incrementan el sentido de saciedad e inhiben a la lipasa pancreática disminuyendo la absorción de lípidos (Mercado-Mercado *et al.*, 2013).

De acuerdo con un estudio realizado a 285 adolescentes, por Holt *et al.* (2009) un consumo elevado de antioxidantes, está asociado con niveles bajos de marcadores de inflamación y de estrés oxidativo, debido a la reducción de colesterol y homocisteína en sangre, reducción de la presión arterial, disminución de la agregación plaquetaria, eliminación de radicales libres y especies reactivas de oxígeno y una disminución de citoquinas (Holt *et al.*, 2009).

El consumo de té está asociado con un menor riesgo de presentar infarto al miocardio, por su contenido alto de antioxidantes (Corder *et al.*, 2006), principalmente de catequinas lo que ha sido asociado con un menor riesgo de muerte coronaria (Arts *et al.*, 2001). Los efectos que tiene el consumo de flavonoides, en los factores de riesgo cardiovascular, entre niños y adolescentes no están bien definidos, pero se sabe que una dieta saludable a una edad temprana reduce la prevalencia de obesidad, hipertensión arterial y colesterol elevado (Holt *et al.*, 2009).

Igualmente se ha encontrado que los polifenoles pueden inhibir la oxidación de LDL *in vitro*, considerando que este tipo de oxidación es un mecanismo clave en la aterosclerosis (Manach *et al.*, 2005; Holt *et al.*, 2009), asimismo, pueden disminuir la disfunción endotelial (Schächinger *et al.*, 2000).

1.2.5 Consumo de antioxidantes en la adolescencia

El consumo de polifenoles está directamente relacionado con las preferencias en los hábitos alimentarios (Estrada-Reyes *et al.*, 2012), por ejemplo las personas que beben grandes cantidades de café, tienen un consumo mayor de ácidos fenólicos y menor de flavonoides; mientras que aquellos que prefieren consumir frutas, té, chocolate o cerveza tendrán mayor aporte de flavonoides como catequinas y antocianinas, así como antocianidinas (Scalbert y Williamson, 2000).

En Estados Unidos de América se tiene un consumo aproximado de polifenoles de 1 g/día, siendo los menos consumidos los flavonoles, las flavonas y las isoflavonas en comparación con las proantocianidinas y antocianidinas (Scalbert y Williamson, 2000). Holt *et al.* (2009) encontraron que en este mismo país los adolescentes consumen alrededor de la mitad de la cantidad recomendada de frutas y verduras, además de

una menor cantidad de flavonoides comparada con la ingesta promedio estimada para adultos.

Desafortunadamente en México no existe información acerca de las cantidades de antioxidantes que se consumen (Estrada-Reyes *et al.*, 2012), sin embargo, se ha encontrado que el consumo de frutas y verduras entre los adolescentes es insuficiente, siendo estas las principales fuentes (Shamah-Levy *et al.*, 2016). El aporte de antioxidantes de la dieta mediterránea ha sido evaluado en el estudio realizado por Saura-Calixto *et al.* (2007) cuyo objetivo fue estimar la cantidad total de polifenoles consumidos en la dieta teniendo una ingesta total de 2590 a 3016 mg/persona/día, además Saura-Calixto y Goñi (2006) evaluaron la CA de esta misma dieta por los métodos ABTS (ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico) y FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), reportando los valores de 3549 y 6014 $\mu\text{mol ET/día/persona}$, lo que corresponde a 370 y 1046 mg EAA/día/persona (González-Montesino, 2009).

Como se ha descrito anteriormente existen un gran número de estructuras diferentes de polifenoles que pueden ser relevantes para la salud, actualmente existen algunas lagunas en el conocimiento que no hacen viable la obtención de información suficiente para establecer una recomendación dietaria de cada uno (Williamson y Holst, 2008; Holt *et al.*, 2009; Saura-Calixto y Goñi, 2009).

A pesar de que no existe una ingesta diaria recomendada (IDR) para el consumo de la capacidad antioxidante total, se ha realizado una recomendación con base en estudios epidemiológicos, en la cual se estimó que debe alcanzarse una capacidad antioxidante total de 4.6 $\mu\text{mol ET}$ por caloría consumida en la dieta, representando 9200 $\mu\text{mol ET}$ para una dieta de 2000 calorías (Prior *et al.*, 2007; Navarro-González *et al.*, 2017).

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A pesar de la importancia que se les ha atribuido por sus efectos en la salud, existen pocos estudios respecto al consumo de antioxidantes en adolescentes (Coronado *et al.*, 2015), tanto en México como en otras partes del mundo. Además, las publicaciones existentes en nuestro país no pueden ser generalizables, puesto que solo evalúan ciertos grupos de alimentos o muestras muy específicas tales como mujeres adultas (Galvan-Portillo *et al.*, 2007) con obesidad (Hervert-Hernández *et al.*, 2011), lo que impide hacer la evaluación del consumo total de estos compuestos en la población en general.

Aunado a esto, el contenido de CPT (Saura-Calixto *et al.*, 2007) y la CA (González-Montesino, 2009) han sido escasamente evaluados en la dieta, por la falta de información sobre los alimentos de consumo tanto a nivel nacional como estatal. Adicionalmente, de acuerdo con la ENSANUT MC, en México la dieta de los adolescentes incluye 6.4 grupos de alimentos por día, de los cuales casi la mitad no son recomendables (definidos por una asociación positiva con el sobrepeso y la obesidad); además de tener un bajo consumo de frutas (39.2%) y verduras (26.9%) (Shamah-Levy *et al.*, 2016), siendo estos dos últimos grupos de las principales fuentes de antioxidantes (Rautiainen *et al.*, 2008).

Igualmente, la literatura ha identificado que en general los hombres consumen una mayor cantidad de alimentos en comparación con las mujeres (Rodríguez *et al.*, 2012) lo que se encuentra asociado a un mayor porcentaje de masa libre de grasa que se refleja en una tasa metabólica mayor (Gómez, 2018). Asimismo, ha sido reportado que al valorar la calidad de la dieta mediterránea y hacer un comparativo entre adolescentes, los hombres tuvieron un consumo significativamente mayor de alimentos tales como pescado, lácteos, frutos secos y cereales como la pasta y el arroz (Rodríguez *et al.*, 2012), estos últimos dos grupos considerados como buena fuente de antioxidantes (Hervert-Hernández *et al.*, 2011).

Por lo anteriormente mencionado, es claro apreciar que la dieta de los adolescentes es poco variada, desequilibrada e insuficiente lo que podría reflejarse en un escaso consumo de antioxidantes, por lo que resulta necesario realizar estudios que proporcionen datos más detallados sobre el consumo de estos compuestos en grupos

específicos de la población mexicana, tal como los adolescentes; surgiendo como pregunta de investigación:

¿El consumo de alimentos fuente de antioxidantes es poco frecuente en adolescentes reportando un consumo superior en hombres en comparación con las mujeres?

3. JUSTIFICACIÓN

La adolescencia es un periodo crítico en el establecimiento de los hábitos alimentarios que se tendrán en las etapas posteriores de la vida (Martín-Aragón y Marcos, 2008), por lo que, conocer la cantidad de antioxidantes en los alimentos de consumo frecuente es un dato relevante para poder determinar a futuro el impacto que estos tendrán en la salud a corto y largo plazo. Se ha considerado que la CA dietaria podría funcionar como un buen indicador dentro de la evaluación del estado de nutrición incluso tan efectivo como el IMC o el % de grasa corporal, al ayudar a predecir el riesgo de desarrollar sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes con obesidad (Puchau *et al.*, 2010).

Como se mencionó anteriormente, el consumo de antioxidantes se ha relacionado con la prevención de enfermedades no transmisibles (Scalbert y Williamson, 2000; Förstermann, 2008) e incluso se han considerado como elemento importante en el tratamiento y prevención del sobrepeso y la obesidad (Puchau *et al.*, 2010; Mercado-Mercado *et al.*, 2013), siendo este un problema de salud que afecta en gran medida a nuestro país, ya que como se sabe ocupamos los primeros lugares a nivel mundial.

El papel de estos compuestos durante la adolescencia es importante, debido a las funciones que desempeñan durante el crecimiento y desarrollo. En este grupo etario la demanda metabólica es mayor, por esta razón son más susceptibles de no alcanzar una ingesta adecuada; de ahí la importancia de evaluar su consumo y generar estrategias para promover la incorporación de estos compuestos en la dieta habitual. Por la falta de estudios realizados en este grupo etario es difícil establecer tanto el consumo como los requerimientos de antioxidantes, por lo que los resultados derivados de esta investigación, en un futuro, podrían aportar una perspectiva que motive a la generación de una IDR específica para adolescentes mexicanos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Cuantificar los antioxidantes presentes en los alimentos de consumo frecuente en adolescentes, hombres y mujeres, de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo, por medio de un análisis químico, para estimar su consumo en la dieta y determinar su relación con indicadores antropométricos.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los alimentos de consumo frecuente en la muestra de estudio por medio de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos y que aporten antioxidantes en la dieta.
- Determinar el contenido de polifenoles, así como la capacidad antioxidante, por los métodos de ABTS y DPPH, en los alimentos de consumo frecuente, para estimar la cantidad de antioxidantes que los adolescentes ingieren, así como la correlación entre ellos.
- Describir la distribución del estado de nutrición en la muestra de adolescentes hombres y mujeres, a través de indicadores antropométricos así como, determinar su asociación con el consumo de antioxidantes.

5. HIPÓTESIS

El consumo de los alimentos fuente de antioxidantes es poco frecuente entre los participantes, teniendo un consumo superior en hombres comparado con las mujeres.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

En la Figura 2 se puede observar la metodología llevada a cabo para la realización de este estudio, la cual se dividió en 2 etapas, la primera que corresponde al trabajo de campo realizado con los adolescentes; y la segunda en donde se describe el trabajo ejecutado en el laboratorio con los alimentos. Mientras que en la Figura 2A se describe como se hizo el cálculo de la cantidad de antioxidantes consumidos en la dieta de los adolescentes.

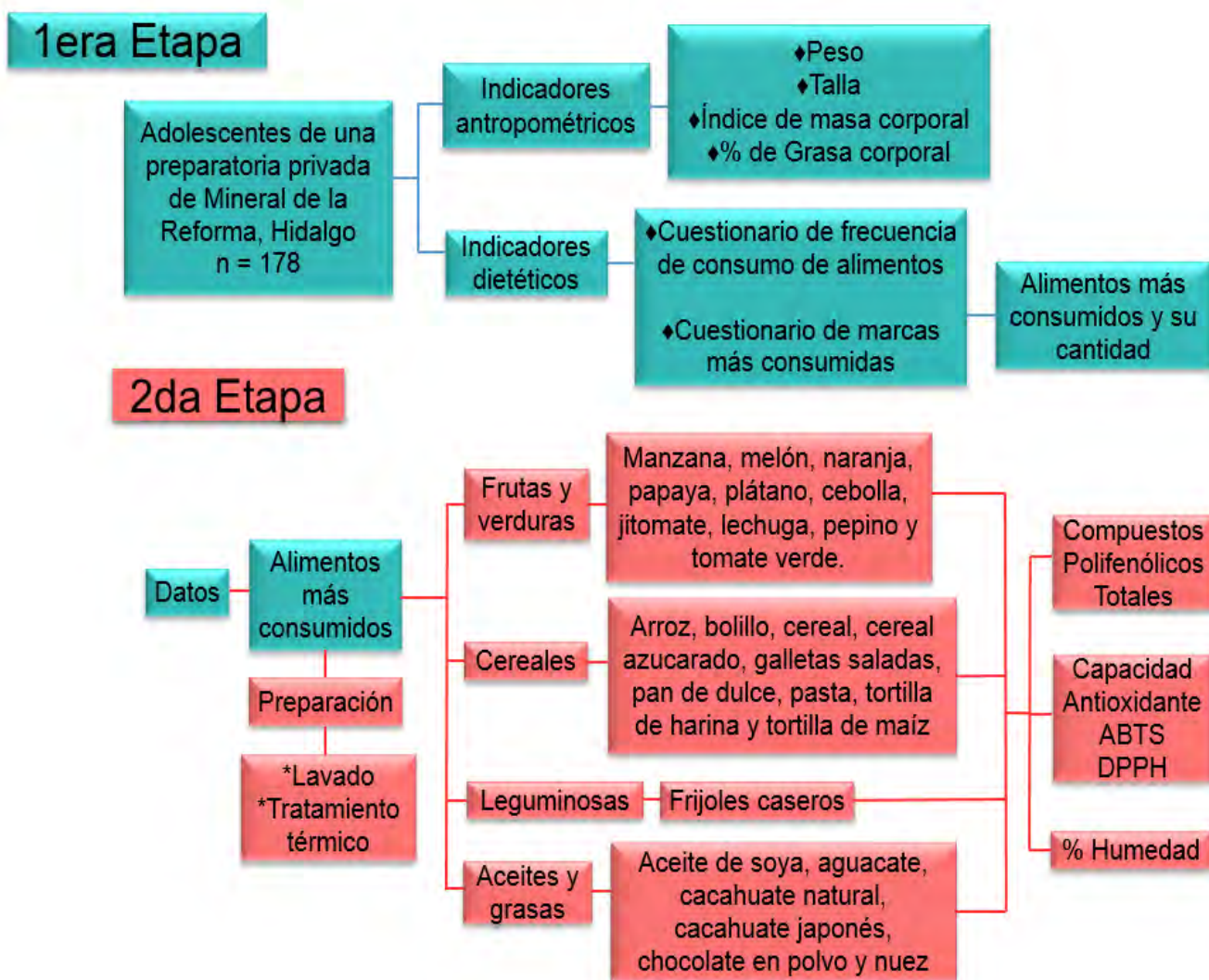


Figura 2. Diagrama del diseño metodológico



Figura 2A. Cálculo de la cantidad de antioxidantes en la dieta de los adolescentes

Tipo de estudio: Estudio de campo de tipo transversal, comparativo y correlacional.

Sujetos de estudio: La muestra no probabilística a conveniencia estuvo conformada por adolescentes (hombres y mujeres) alumnos de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Ser alumnos inscritos en la preparatoria.
- Sujetos que estén en un rango de edad de 14 a 19 años.
- Adolescentes que cursen de primero a quinto semestre de bachillerato.
- Alumnos que entreguen los consentimientos informados firmados por ellos mismos y por el padre o tutor (Anexo 1).

Criterios de exclusión

- Alumnos que no entreguen consentimientos informados firmados.
- Adolescentes que se encuentren embarazadas.

Criterios de eliminación

- Alumnos que no completaron los cuestionarios en su totalidad.
- Alumnos que decidieron abandonar el estudio.

Variables de estudio

Variables independientes

Sexo

Definición conceptual: Se le conoce como las características fisiológicas y sexuales con las que una persona nace (UNICEF, 2011).

Definición operacional: Pregunta dentro de la primera sección del CFCA.

Edad

Definición conceptual: Tiempo que ha vivido una persona (Real Academia Española, 2018).

Definición operacional: Pregunta dentro de la primera sección del CFCA.

Índice de Masa Corporal

Definición conceptual: Es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar la malnutrición por deficiencia o exceso. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2) (OMS, 2017).

Definición operacional: Los criterios utilizados para evaluar el IMC de acuerdo con la edad de los participantes se muestran en la Tabla 3 para los hombres, para las mujeres en la Tabla 4 y su interpretación en la Tabla 5 del Anexo 2.

Porcentaje de grasa corporal

Definición conceptual: Indicador que ha sido ampliamente aprobado para examinar el estado nutricional de los adolescentes, este valor tiene una amplia relación con el grado de desarrollo puberal producido por las hormonas sexuales a nivel del tejido adiposo (Martín-Aragón y Marcos, 2008).

Definición operacional: Los parámetros para evaluar el %GC total en los participantes se pueden observar en la Tabla 6 para los hombres y en la Tabla 7 para las mujeres en el Anexo 3.

Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos

Definición conceptual: Sistema de estimación directa de la ingesta de alimentos durante un periodo de tiempo en el pasado, con base en un listado de alimentos preestablecidos (Mataix y Aranceta, 2008).

Definición operacional: Se medirá a partir del CFCA aplicado en los adolescentes y previamente validado (Pérez-Islas, 2016) (Anexo 4).

Variables dependientes

Compuestos Polifenólicos Totales

Definición conceptual: Son un grupo de sustancias químicas (Landete, 2013), definidos también como agentes reductores (Scalbert y Williamson, 2000), que se encuentran en las plantas y son caracterizados por más de un grupo fenol o bloque por molécula (Landete, 2013).

Definición operacional: La determinación de compuestos polifenólicos totales (CPT) en las diferentes muestras se llevó a cabo mediante el método de Folin-Ciocalteu, el fundamento de éste método, es el carácter reductor del reactivo Folin-Ciocalteu, que está compuesto por ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico, los cuales, al entrar en contacto con la muestra en un medio alcalino (gracias a la presencia de carbonato de sodio) se reducen al oxidar los compuestos polifenólicos presentes, originando óxidos azules de wolframio (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}) que son medidos por medio de la absorbancia del color azul producido en la muestra a 765 nm (Kuskoski *et al.*, 2005). Se empleó una curva estándar (Figura 3A y 3B, Anexo 5) que fue creada utilizando el ácido gálico como patrón de referencia, a partir de la cual, se obtuvo la fórmula para calcular el contenido de fenoles en mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg EAG/g muestra).

Capacidad antioxidante

Definición conceptual: La capacidad antioxidante total de los alimentos se conoce como la capacidad acumulativa que ejercen todos sus componentes para eliminar los radicales libres (Pellegrini, 2003), dentro de estos elementos se pueden encontrar a los compuestos polifenólicos, vitaminas, carotenoides y minerales (González-Montesino, 2009), así como el sistema antioxidante enzimático (Peng *et al.*, 2014).

Definición operacional:

ABTS^{•+}: Es un radical con un nitrógeno central que posee un color característico azul-verde, que en presencia de un antioxidante es reducido teniendo una pérdida de color. El radical catión ABTS^{•+} se obtiene tras la reacción de ABTS ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico) con persulfato potásico. Se empleó una curva de calibración estándar (Figura 4A y 4B, Anexo 5) utilizando ácido ascórbico como patrón

de referencia, a partir de la cual, se obtuvo la fórmula para calcular la CA en mg equivalentes de ácido ascórbico por gramo de muestra (mg EAA/g muestra).

DPPH: El 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH) es un radical libre estable (Molyneux, 2004), que cuando se encuentra en solución etanólica presenta una coloración violeta, no obstante, al añadirse una sustancia capaz de atrapar radicales libres, el electrón no apareado del DPPH se aparea e inmediatamente la solución presenta un cambio en su coloración pudiendo alcanzar hasta una tonalidad amarilla en razón de la cantidad de electrones apareados (Morales y Jiménez-Pérez, 2001). Se empleó una curva estándar (Figura 5A y 5B, Anexo 5) utilizando Trolox como patrón de referencia, a partir de la cual, se obtuvo la fórmula para calcular la CA en μmol equivalentes de Trolox por gramo de muestra ($\mu\text{mol ET/g}$ muestra).

6.1 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

Para este estudio se utilizaron los datos resultantes del CFCA semicuantitativo validado para adolescentes mexicanos (Pérez-Islas, 2016). El CFCA utilizado mide la frecuencia de consumo de la última quincena y está integrado por 3 secciones, la primera corresponde a preguntas relacionadas con la identificación del sujeto y datos socioeconómicos; la segunda corresponde a una lista de 99 alimentos tomados del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (Pérez *et al.*, 2014) con porciones estandarizadas de acuerdo con medidas caseras, con las siguientes categorías de frecuencia: 4-5 por día, 2-3 por día, 1 por día, de 5-6 por semana, 2-4 por semana, 1 por semana, 2-3 por quincena y nunca; mientras que la última sección consistió en una tabla donde se les pedía que indicaran la forma de preparación de los alimentos que utilizaban con mayor frecuencia (Anexo 4).

Éste instrumento fue aplicado de manera grupal proporcionándoles previamente las indicaciones claras y detalladas para su adecuado llenado, los adolescentes contestaron los cuestionarios de manera individual de acuerdo con su consumo. Para facilitar la comprensión de las porciones de consumo se emplearon modelos de alimentos, como los que se muestran en la Figura 6 en el Anexo 6, al momento de la aplicación.

6.2 Mediciones antropométricas

Las mediciones antropométricas fueron llevadas a cabo por personal previamente capacitado y estandarizado de acuerdo al manual de *International Society for the Advancement of the Kinanthropometry (ISAK)* (Anexo 7).

Para la talla se utilizó un estadímetro portátil de la marca SECA modelo 214. El participante debía colocarse de pie sobre la base del estadímetro dando la espalda a la regla, adoptando una postura erguida con los brazos a los costados, mirando al frente de modo que el personal pudiera identificar el plano de Frankfurt, posteriormente se realizó un movimiento llamado tracción, el cual ayuda a obtener una medida más exacta (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, 2001).

Para el peso y %GC se utilizó una báscula marca TANITA® modelo BF-521. Como preparación previa, se les solicitó a los participantes retirar todos los objetos que pudieran dificultar o alterar la medición tales como, zapatos, calcetas o calcetines, chamarras, objetos de metal, gorros, lentes y cualquier cosa que llevaran dentro de los bolsillos. La báscula era limpiada antes y después de cada medición. La técnica utilizada consistió en pedirle a los participantes subir a la báscula cubriendo con los pies los sensores, tomando una postura derecha, sin hablar, ni moverse y respirando normalmente. El %GC se midió mediante impedancia bioeléctrica (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, 2001).

6.3 Determinación de los alimentos de mayor frecuencia de consumo

De las ocho categorías de frecuencia que contiene el CFCA se utilizó la suma de las primeras tres (4-5 x día, 2-3 x día y 1 x día) para obtener los alimentos de mayor consumo. A partir de esto, fueron seleccionados aquellos que tuvieron un porcentaje igual o mayor del 15% y que, de acuerdo con una revisión bibliográfica, han demostrado tener una cantidad de antioxidantes considerable para ser estudiados.

Finalmente, los responsables de la preparación de los alimentos en los hogares de los adolescentes respondieron un cuestionario donde indicaron las marcas de alimentos industrializados de consumo frecuente tales como galletas saladas, cacahuates japoneses, pastas, entre otros (Anexo 8).

6.4 Obtención de los alimentos

Las frutas, verduras y oleaginosas seleccionadas fueron obtenidas de la central de abastos del municipio de Pachuca de Soto Hidalgo, a excepción del cacahuate japonés que se adquirió en una tienda de autoservicio ubicada en el mismo municipio. Del mismo modo, el aceite de soya, el chocolate en polvo y los alimentos pertenecientes a los grupos de cereales y leguminosas fueron adquiridos en este mismo establecimiento. Estos alimentos fueron comprados entre los meses de septiembre y octubre del 2017, para tener un mayor control de variabilidad en el contenido de antioxidantes, debido a que el CFCA fue aplicado en los mismos meses del año anterior. Se seleccionaron 3 piezas de cada alimento que cubrieran con las características de óptimo estado de maduración para consumo y que no presentaran daños físicos en el caso de frutas y verduras. Para los alimentos industrializados se verificó que la fecha de caducidad no estuviera vencida.

6.5 Obtención de las muestras

Los procedimientos para la preparación de la muestra de cada alimento en base húmeda (bh) se describen en la Tabla 8. Las fotografías de los alimentos evaluados se pueden apreciar en el Anexo 9. Posterior a la homogenización se guardaron todas las muestras en bolsas con cierre hermético, 3 bolsas por cada alimento y se registró el peso de cada una, de las cuales inmediatamente se extrajo la cantidad de muestra que se sometería a la extracción de compuestos antioxidantes y a la determinación del porcentaje de humedad. El resto de cada uno de los alimentos homogenizados fueron almacenados en congelación a -25°C .

Tabla 8. Procedimientos de preparación de las muestras para la determinación de antioxidantes

Grupo de alimentos		Lavado	Cocción	Homogenización	Modificaciones
Frutas y verduras	Cebolla, jitomate, manzana, melón, naranja, papaya, pepino, plátano y tomate verde.	Agua y jabón. Se obtuvo la parte comestible de cada alimento.	Hervido solo para el tomate verde.	Licuadora Velocidad: 2 Tiempo: 1 minuto.	Plátano: se homogenizó durante 31 segundos para evitar la oxidación. Naranja: se obtuvo el jugo para después homogeneizarse durante 15 segundos en la licuadora.
	Lechuga	Desinfectante comercial a base de plata coloidal.	N.A.	Batidor de inmersión comercial.	Ninguna extra
Cereales	De consumo directo (galletas saladas, bolillo, pan de dulce, y cereales para desayuno)	N.A.	N.A.	Licuadora Velocidad: 2 Tiempo: 1 minuto.	Bolillo y pan de dulce: tiempo de molido fue de 2 minutos en licuadora.
	Tortillas de maíz y de harina	N.A.	Asado Tiempo: 1 minuto (30 segundos por lado) en una parrilla	Licuadora Velocidad: 2 Tiempo tortilla de Maíz: 90 segundos Tiempo tortilla de harina: 1 minuto	Ninguna extra
	De preparación previa (Pasta y arroz)	Solo el arroz lavado con agua corriente.	Hervido	Instrumento: Mortero	Por el tipo de alimento fue homogeneizado con mortero.
Leguminosas	Frijoles Caseros	Lavado con agua corriente. Remojo media hora.	Calor húmedo a presión (olla exprés a 120°C) Tiempo: 1 hora	Licuadora Velocidad: 2 Tiempo: 1 minuto	Ninguna extra

(Continúa)

Tabla 8. Procedimientos de preparación de las muestras para la determinación de antioxidantes

Grupo de alimentos		Lavado	Cocción	Homogenización	Modificaciones
Grasas y aceites	Aceite y chocolate en polvo	N.A.	N.A.	N.A.	Fueron tomadas directamente sin ningún tratamiento previo
	Aguacate	Agua y jabón. Se retiró la cáscara y la semilla.	N.A.	Mortero	La homogenización se realizó hasta que se obtuvo una masa homogénea.
	Nuez, cacahuate natural y cacahuate japonés	N.A.	N.A.	Licadora Velocidad: 2 Tiempo: 1 minuto	Cacahuate japonés: Se trituro por un minuto y medio.

N.A.=No aplica.

6.6 Determinación del porcentaje de humedad

El método de esta determinación fue el descrito por la *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (2005) método 925.09, donde se basa en la pérdida de agua que experimenta la muestra al ser llevada a peso constante. Se precalentó un horno (Scorpion scientific, Modelo A52035, USA) de secado a 105°C y con la ayuda de unas pinzas se colocaron dentro las charolas de aluminio que permanecieron por 30 minutos, posteriormente las charolas se pusieron en las cápsulas de desecado durante 15 minutos a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Se tomó y se registró el peso de cada charola para posteriormente añadir 1 ± 0.1 g de muestra. Las charolas con muestra se introdujeron en el horno de secado durante 1 hora y al finalizar se volvieron a colocar en las cápsulas de desecado durante 15 minutos. Por último se tomó y se registró el peso de cada charola para poder realizar el cálculo y determinar el porcentaje de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

%H: porcentaje de humedad

Pi: peso inicial de la muestra (g)

Pf: peso final de la muestra (g)

6.7 Extracción de compuestos antioxidantes

La extracción de las muestras se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Saura-Calixto *et al.* (2007), con ligeras modificaciones descritas a continuación:

Se pesaron 250 mg de muestra y se colocaron en tubos de 50 mL, se añadió a cada tubo 10 mL de una mezcla metanol/agua 50:50 (v/v) y se agitó manualmente cada tubo de modo que no quedara muestra en el fondo del tubo. Se agitaron en una incubadora (Lab Tech, Shaking incubators, modelo LSI-30106, Nueva Delhi, India) durante 30 minutos a temperatura ambiente a 300 rpm. Se centrifugaron a 3400 rpm durante 30 minutos en una centrifuga (Beckman Coulter, Allegra™ 25R, California, USA). Al terminar se decantaron en matraces de 25 mL (con un embudo y papel filtro) y el sedimento se dejó en los tubos de 50 mL. Al sedimento se le añadió 10 mL de una mezcla acetona/agua 70:30 (v/v) y se agitó manualmente cada tubo de modo que no

quedara muestra en el fondo del tubo. Se agitaron por 30 minutos a 300 rpm a temperatura ambiente y se centrifugaron a 3400 rpm durante 30 minutos. Se decantaron y el sobrenadante se puso en el mismo matraz de 25 mL anteriormente mencionado. Una vez terminados los lavados, se aforó el matraz con una mezcla 50% metanol/agua - 50% acetona/agua. Con ayuda de una pipeta Pasteur se llenaron 4 viales de cada tubo, 12 viales en total por muestra los cuales fueron congelados a -25°C hasta su análisis.

6.8 Compuestos polifenólicos totales

La determinación de compuestos polifenólicos totales (CPT) en las diferentes muestras se llevó a cabo mediante el método de Folin-Ciocalteu, siendo éste uno de los métodos más utilizados para determinar polifenoles totales en alimentos; su mecanismo de acción está basado en la capacidad que tienen los polifenoles para reaccionar con agentes oxidantes (Gutiérrez *et al.*, 2008). La intensidad del color azul es proporcional al número de grupos hidroxilo de las moléculas (Gutiérrez *et al.*, 2008).

La curva estándar (Figura 3A y 3B, Anexo 5) fue obtenida utilizando al ácido gálico como patrón de referencia, para lo cual se preparó una solución de ácido gálico con una concentración de 30 mg AG/mL de agua desionizada. Con la solución anterior se prepararon 4 diluciones con agua desionizada: 0, 100, 200 y 300 mg/L, a partir de las cuales se tomaron 100 µL de cada una aplicando la técnica, para determinar sus absorbancias y así poder trazar la curva.

La técnica empleada para realizar la curva y aplicada en las muestras de estudio consistió en colocar 100 µL de cada concentración a un vial Eppendorf color ámbar de 2 mL de capacidad, en el cual fue añadido 500 µL de Folin-Ciocalteu (1:10 en agua desionizada) y 400 µL de carbonato de sodio al 7.5%. Las muestras fueron agitadas con ayuda de un vortex (Vortex-Genie 2, Scientific Industries, Inc., NY, USA) y se dejó reposar a temperatura ambiente por 30 minutos. Finalmente se realizó la lectura de la absorbancia a 765 nm en el lector de microplacas (Power Wave XS UV-Biotek, software KC Junior, USA).

En el caso de las muestras se les aplicó una prueba de dilución, con respecto a la curva de calibración, para poder determinar la dilución óptima de la muestra a la cual se le aplicaría la técnica. Los resultados se reportaron como mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg EAG/g muestra).

Es importante resaltar que esta determinación únicamente cuantifica a los compuestos polifenólicos extraíbles de los alimentos, sin considerar a los no extraíbles, éstos últimos son considerados como aquellos compuestos de alto peso molecular y pueden estar unidos a la fibra dietaria u otros compuestos indigeribles, habitualmente no son incluidos en estudios químicos y biológicos (Saura-Calixto *et al.*, 2007).

6.9 Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS

Esta determinación se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Kuskoski *et al.* (2005), en la que se describe que el radical catión $ABTS^{•+}$ se obtiene tras la reacción de ABTS ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico) con persulfato potásico, incubados a temperatura ambiente y en obscuridad durante 16 horas. Para este reactivo se utilizó una solución con 76.80 mg de ABTS diluido en 20 mL de agua desionizada que reaccionó con 6.60 mg de persulfato de potasio diluido en 10 mL de agua desionizada. Condiciones que se generaron utilizando un vaso de precipitado cubierto con papel aluminio para evitar el paso de la luz.

La prueba de ABTS es una técnica de decoloración, siendo el $ABTS^{•+}$ un radical con un nitrógeno central que posee un color característico azul-verde, que en presencia de un antioxidante es reducido teniendo una pérdida de color. Se decidió utilizar ácido ascórbico como antioxidante sintético de referencia por tratarse de alimentos (Kuskoski *et al.*, 2005).

Después de formar el radical $ABTS^{•+}$, se diluyó con agua desionizada hasta obtener un valor de absorbancia de 0.70 ± 0.10 a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción). Se generó una curva de calibración estándar (Figura 4A y 4B, Anexo 5) utilizando ácido ascórbico (300mg/L) en diferentes concentraciones (0, 5, 10, 20, 30, 40 y 50 mg/L), aplicando la siguiente técnica: en 20 μ L de cada concentración se añadieron 980 μ L de la dilución del radical $ABTS^{•+}$, se agitó en el vortex (Vortex-Genie 2, Scientific Industries, Inc., NY, USA) y se dejó reposar durante 7 minutos, para

finalmente determinar la absorbancia a 754 nm en un lector de microplacas (Power Wave XS UV-Biotek, software KC Junior, USA).

Para analizar las muestras se les aplicó una prueba de dilución, con respecto a la curva de calibración, para poder determinar la dilución óptima de la muestra a la cual se le aplicaría la técnica anteriormente mencionada. Los resultados fueron expresados en mg equivalentes de ácido ascórbico por gramo de muestra (mg EAA/g muestra). Debido a que en este estudio la CA fue expresada en mg EAA, se requirió hacer una conversión de los datos encontrados en la bibliografía como la reportada por González-Montesino (2009), en la cual se utilizó el factor de transformación de 1 mol de ácido ascórbico = 1.67 moles de Trolox, para poder comparar los datos con lo publicado en valores de $\mu\text{mol ET}$ ya que el Trolox es un antioxidante sintético de referencia que se utiliza en la cuantificación de antioxidantes (Kuskoski *et al.*, 2005).

6.10 Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH

El DPPH es un radical libre estable que ha sufrido la deslocalización del electrón libre sobre la molécula en conjunto, el cual al reaccionar con otras moléculas que posean un electrón libre genera una pérdida de color (Molyneux, 2004). En esta reacción se utilizó el Trolox como antioxidante sintético de referencia (Kuskoski *et al.*, 2005). Para preparar el reactivo DPPH y el Trolox se realizaron las siguientes diluciones en etanol absoluto utilizando matraces aforados: para el DPPH se hizo en una concentración de 0.074 mg/mL y para el Trolox se utilizó una concentración de 0.075 mg/mL. Ambas soluciones se colocaron en vasos de precipitado envueltos con papel aluminio para evitar su rápida degradación.

Se obtuvo una curva estándar de Trolox (Figura 5A y 5B, Anexo 5) con las absorbancias derivadas de las siguientes concentraciones de Trolox diluido con etanol absoluto: 0, 50, 100, 200 y 300 $\mu\text{mol ET/L}$, a las que se les aplicó la técnica. De la curva anterior se obtuvo una ecuación de correlación con la cual se determinó su equivalencia en Trolox. La técnica empleada en esta prueba consistió en colocar 100 μL de cada concentración y 500 μL de solución de DPPH en un vial Eppendorf color ámbar de 2 mL de capacidad, se agitó en un vortex (Vortex-Genie 2, Scientific Industries, Inc., NY, USA) y se dejó reposar a temperatura ambiente por una hora,

posteriormente se determinó la absorbancia a 520 nm empleando un lector de microplacas (Power Wave XS UV-Biotek, software KC Junior, USA).

Para analizar las muestras se les aplicó una prueba de dilución, con respecto a la curva de calibración, para poder determinar la dilución óptima de la muestra a la cual se le aplicaría la técnica anterior. Los resultados fueron reportados en μmol equivalentes de Trolox (ET) por gramo de muestra ($\mu\text{mol ET/g}$ muestra).

6.11 Análisis estadístico

La captura de datos y los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el software *Statistical Package Social Science* (SPSS) en su versión 24 para Windows.

Para los datos derivados de los indicadores antropométricos y del CFCA (etapa 1) se hicieron análisis descriptivos que incluyen frecuencias y porcentajes así como medidas de tendencia central. Para el comparativo se empleó el estadístico *t* de student y la χ^2 dependiendo el tipo de variable. La determinación de la normalidad de las variables se hizo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov debido a que las *n* eran mayores a 50.

En la etapa 2, con los datos de laboratorio se llevaron a cabo análisis descriptivos tales como frecuencias y porcentajes además de medidas de tendencia central. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con la prueba post hoc de Tukey para identificar las diferencias en el aporte de CPT y CA entre los alimentos analizados. Para identificar la asociación entre las variables dependientes (CPT, ABTS, DPPH, IMC y %GC) se emplearon correlaciones de Spearman, debido a que la muestra no fue extraída aleatoriamente, así como también el hecho de que las variables analizadas no presentaron una distribución normal, se decidió utilizar esta correlación con la finalidad de favorecer la validez de la prueba (Hernández-Sampieri *et al.*, 2012).

6.12 Aspectos éticos

El presente estudio forma parte de un proyecto de investigación más amplio titulado: “Efectividad de un Programa de Prevención de Conductas Alimentarias No Saludables y Obesidad para Adolescentes”, mismo que fue aprobado por el Comité de Ética e

Investigación del Instituto de Ciencias de la Salud (ICSa) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) con número de folio 044 (Anexo 10). Por razones éticas y a petición de la institución donde se realizó el trabajo de campo, el nombre de la misma se mantuvo en el anonimato.

A los adolescentes que aceptaron participar en este trabajo de investigación se les pidió la aprobación de sus padres por ser menores de edad, firmando ambas partes un consentimiento informado que se presenta en el Anexo 1.

7. RESULTADOS

7.1. Características generales de la muestra

La muestra estuvo conformada por 178 adolescentes alumnos de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo con un rango de edad de 14 a 19 años (15.94 ± 1.0); de los cuales el 48.9% eran mujeres y el 51.1% eran hombres.

7.2 Medidas antropométricas

En la Tabla 9 se encuentran las características generales y antropométricas de los participantes indicadas por sexo y por el total de la muestra. La media del IMC que presentó la muestra de estudio fue de 22.99 ± 4.02 Kg/m², para los hombres fue de 22.85 ± 4.34 Kg/m², mientras que para las mujeres fue de 23.14 ± 3.67 Kg/m² sin mostrar diferencias significativas por sexo. Respecto al %GC se tuvo una media de 30.38 ± 11.45 % en la muestra, para los hombres fue de 22.97 ± 9.50 % y en el caso de las mujeres fue de 38.13 ± 7.50 % con una diferencia estadísticamente significativa ($t=-11.78$, $gl=168.10$, $p=0.00$). Finalmente la edad también mostró una diferencia significativa por sexos ($t=2.22$, $gl= 174$, $p=0.03$).

Tabla 9. Características generales de los adolescentes

Características	Hombres (n=90)	Mujeres (n=86)	Total (N=176)
	Media	Media	Media
Edad (años)	$16.10 \pm 1.05^*$	15.77 ± 0.93	15.94 ± 1.00
IMC (Kg/m ²)	22.85 ± 4.34	23.14 ± 3.67	22.99 ± 4.02
%GC	$22.97 \pm 9.50^{**}$	38.13 ± 7.50	30.38 ± 11.45

Resultados expresados en Media \pm Desviación estándar. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

De acuerdo con la OMS (2007) el 64.8% de la muestra presentó un IMC de normalidad, el 26.7% tuvo sobrepeso, el 8% obesidad, 0.6% delgadez y no se detectó ningún caso de delgadez severa. En el caso de los hombres, se observó una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad (27.8% y 8.9%) en comparación con las mujeres (25.6% y 7%) como se muestra en la Tabla 10. Sin embargo, de acuerdo con la prueba de χ^2 no se observó diferencia estadísticamente significativa por sexo ($\chi^2=1.42$, $gl=3$, $p=0.70$).

Tabla 10. Distribución del índice de masa corporal de los adolescentes de acuerdo con la organización mundial de la salud

Interpretación	Hombres (n=90)		Mujeres (n= 86)		Total (N=178)	
	F	%	F	%	F	%
Delgadez severa	0	0	0	0	0	0
Delgadez	1	1.1	0	0	1	0.6
Normal	56	62.2	58	67.4	114	64.8
Sobrepeso	25	27.8	22	25.6	47	26.7
Obesidad	8	8.9	6	7	14	8

Delgadez severa (<-3 DE), delgadez (<-2 DE), Normal (+1 a -2 DE), Sobrepeso (>+1 DE), Obesidad (>+2 DE); F=frecuencia absoluta. Clasificación de acuerdo con la OMS (2007).

Para el %GC en la muestra se observó que el 51.7% de los adolescentes presentaron obesidad, el 27% se clasificó como normal, el 19.5% tuvo sobrepeso y solo el 1.7% mostró un bajo porcentaje. En función al sexo se halló que el 3.4% de hombres se encontraron en un nivel bajo, el 12.9% de mujeres y el 40.4% de hombres se ubicaron en la normalidad, en el nivel de sobrepeso se situaron el 16.5% de mujeres y el 22.5% de hombres, mientras que el 70.6% de mujeres y el 33.7% de hombres se clasificaron con obesidad (Tabla 11).

Tabla 11. Distribución del porcentaje de grasa corporal de los adolescentes

Interpretación	Hombres (n=89)		Mujeres (n=85)		Total (N=176)	
	F	%	F	%	F	%
Bajo	3	3.4	0	0	3	1.7
Normal	36	40.4	11	12.9	47	27
Sobrepeso	20	22.5	14	16.5	34	19.5
Obesidad	30	33.7	60	70.6	90	51.7

Bajo (\leq Percentil 2), Sobrepeso (\geq Percentil 85), Obesidad (\geq Percentil 95); F=frecuencia absoluta. Clasificación de acuerdo con McCarthy *et al.* (2006).

Al comparar los valores anteriores se halló una diferencia estadísticamente significativa ($\chi^2=27.28$, $gl=3$, $p=0.00$) entre hombres y mujeres, sobresaliendo las categorías de normalidad y obesidad, donde las mujeres presentaron un porcentaje de obesidad de más del doble con respecto a los varones, y de manera contraria, para la normalidad sucedió que los hombres reportaron un valor tres veces superior al de las mujeres. Al comparar las categorías de IMC contra las de porcentaje de grasa corporal,

se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($\chi^2=43.42$, $gl=6$, $p=0.00$), resaltando que del 100% de los participantes que fueron clasificados con IMC de normalidad, el 21.1% presentaron sobrepeso y el 36% obesidad de acuerdo al porcentaje de grasa corporal.

7.3 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

De las ocho categorías de frecuencia que contiene el CFCA se utilizaron las tres primeras (4-5 x día, 2-3 x día y 1 x día) para determinar el porcentaje de consumo de los alimentos que caracterizan la dieta de los adolescentes, los cuales se clasificaron de acuerdo al Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (Pérez *et al.*, 2014) y se pueden observar en la Tabla 12.

Tabla 12. Consumo de los diferentes grupos de alimentos por los adolescentes

Grupo de Alimentos	Porcentaje de adolescentes que consumen de 1 a 5 porciones/día
Frutas	14.7
Verduras	11.2
Cereales	16
Leguminosas	9.9
Alimentos de Origen Animal	14.8
Leche	28.2
Aceites y grasas	11.2
Azúcares	16.5
Platillos*	8.6

El porcentaje de adolescentes que consumen de 1 a 5 porciones/día representa el promedio de las frecuencias de cada uno de los alimentos que integraban los diferentes grupos.

*En el grupo de platillos se integraron a los alimentos preparados del cuestionario de frecuencia de consumo tales como la pizza, el paste, la hamburguesa y los chilaquiles.

Con estos resultados se observó que los alimentos más ampliamente consumidos en la dieta de este grupo etario fueron los lácteos con un 28.2%, seguido de los azúcares con el 16.5% y los cereales con 16.0%; mientras que para frutas y verduras el 14.7% y el 11.2% de la muestra los consumieron diariamente.

Los alimentos que se consideraron como los de mayor frecuencia de consumo de cada grupo fueron aquellos que tuvieron un porcentaje mayor al 15% de la muestra estudiada (Tabla 13).

Tabla 13. Alimentos de mayor consumo por los adolescentes

Alimento	Porcentaje	Alimento	Porcentaje
FRUTAS Y VERDURAS		ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL	
Manzana	30.6	Atún	17.1
Melón	15.5	Bistec de Res	19.5
Naranja	18.6	Carne de Res	21.6
Papaya	16.1	Huevo	20.1
Plátano	21.1	Jamón de Pavo	23.6
Cebolla	15.6	Pollo	23.6
Lechuga	21.1	Queso Fresco	16.5
Pepino	18.6	Queso Oaxaca	18.5
Tomate Verde	23.1	Queso Panela	15.5
CEREALES		Queso Rallado	15.0
Arroz	18.6	LECHE	
Bolillo	18.6	Leche Entera	64.3
Cereal	15.1	Yogurt de Fruta	18.6
Cereal Azucarado	27.1	Yogurt Natural	20.6
Galletas Saladas	24.2	ACEITES Y GRASAS	
Pan de Dulce	28.6	Aguacate	15.0
Pasta	21.1	Cacahuete Natural	8.0
Tortilla de Harina	17.0	Crema Entera	15.0
Tortilla de Maíz	47.3	Nuez	11.5
LEGUMINOSAS		AZÚCARES	
Frijoles Caseros	20.6	Azúcar	42.2
		Dulces Industrializados	24.1
		Chocolate en Polvo	20.6

Porcentaje de adolescentes que consumieron los alimentos de 1 a 5 porciones por día.

La leche entera fue el alimento de consumo más frecuente entre los adolescentes, ya que el 64.3% expresó haber consumido de 1 hasta 5 porciones por día, seguido por la tortilla de maíz y el azúcar de mesa que destacaron por ser consumidas por casi la mitad de la muestra (47.3 y 42.2% respectivamente). Para el grupo de frutas el 30.6% de los sujetos refirieron haber consumido manzana; dentro de los alimentos de origen animal, el pollo y el jamón de pavo fueron los que se consumieron en mayor cantidad con el 23.6%; mientras que el tomate verde fue la verdura de consumo más frecuente

con un 23.1%. Por último las leguminosas que más se consumieron fueron los frijoles (20.7%), mientras que para los aceites y grasas, el aguacate y la crema sobresalieron con un 15%.

De los alimentos expuestos en la tabla anterior solo se analizaron aquellos que han sido reportados como fuente importante de antioxidantes como el grupo de las frutas y verduras, cereales, leguminosas y el de aceites y grasas, mientras que del grupo de azúcares solo el chocolate en polvo fue evaluado. Adicionalmente se incluyó al jitomate y al aceite comestible, a pesar de que su consumo fue bajo en la muestra de estudio, debido a su amplia utilización dentro de la dieta mexicana.

La cantidad en gramos de cada uno de los alimentos consumidos por día por los adolescentes, hombres y mujeres, se determinó por medio del análisis de los datos arrojados por el CFCA, donde se encontró que los hombres tuvieron un consumo superior en la mayoría de los alimentos a excepción de la cebolla, el jitomate y el pepino. Sin embargo, de acuerdo con la prueba *t* de student aplicada se hallaron diferencias significativas en el consumo de pan de dulce, galletas saladas, nuez, bolillo, tortilla de maíz, tortilla de harina y plátano, entre hombres y mujeres (Tabla 14).

Tabla 14. Cantidad de alimento consumido en gramos por los adolescentes por día

Alimento	Hombres (n=91)	Mujeres (n=87)	Prueba <i>t</i>		Total (N=178)
	Media	Media	<i>T</i>	Sig.	Media
Frutas y Verduras					
Manzana	119.27 ± 152.93	118.21 ± 175.06	0.04	0.97	118.75 ± 163.66
Melón	80.10 ± 127.52	70.20 ± 125.31	0.52	0.60	75.26 ± 126.18
Naranja	54.83 ± 83.80	38.59 ± 67.74	1.42	0.16	46.89 ± 76.59
Papaya	67.73 ± 120.27	67.46 ± 130.19	0.01	0.99	67.60 ± 124.86
Plátano	93.63 ± 131.94	53.66 ± 89.75	2.37	0.02*	74.09 ± 114.75
Cebolla	44.58 ± 81.29	85.77 ± 45.93	0.89	0.37	40.28 ± 66.37
Jitomate	52.55 ± 91.14	54.79 ± 76.35	-0.18	0.86	53.65 ± 84.01
Lechuga	39.09 ± 54.57	30.97 ± 37.82	1.16	0.24	35.12 ± 47.18
Pepino	58.42 ± 89.33	66.80 ± 99.01	-0.59	0.55	62.52 ± 94.01
Tomate Verde	87.23 ± 131.53	62.95 ± 110.65	1.33	0.18	75.36 ± 122.04

(Continúa)

Tabla 14. Cantidad de alimento consumido en gramos por los adolescentes por día

Alimento	Hombres (n=91)	Mujeres (n=87)	Prueba <i>t</i>		Total (N=178)
	Media	Media	<i>T</i>	Sig.	Media
Cereales					
Arroz	44.48 ± 55.41	32.53 ± 40.15	1.65	0.10	38.64 ± 48.79
Bolillo	35.01 ± 49.92	20.08 ± 27.85	2.48	0.01*	27.71 ± 41.24
Cereal	5.27 ± 9.67	4.94 ± 9.66	0.23	0.82	5.11 ± 9.64
Cereal Azucarado	9.53 ± 12.35	7.37 ± 10.87	1.24	0.22	8.48 ± 11.67
Galletas saladas	6.78 ± 12.74	3.74 ± 7.17	1.97	0.05*	5.29 ± 10.48
Pan de dulce	42.72 ± 51.69	26.09 ± 42.92	2.34	0.02*	34.60 ± 48.20
Pasta	94.18 ± 122.34	66.40 ± 83.55	1.78	0.08	80.60 ± 105.81
Tortilla de Harina	27.30 ± 44.37	14.44 ± 20.67	2.50	0.01*	21.01 ± 35.36
Tortilla de Maíz	49.62 ± 51.31	33.48 ± 35.38	2.45	0.01*	41.73 ± 44.86
Leguminosas					
Frijoles Caseros	80.35 ± 97.96	65.67 ± 95.54	1.01	0.31	73.17 ± 96.79
Aceites y grasas					
Aguacate	20.07 ± 35.42	18.41 ± 28.16	0.35	0.73	19.26 ± 32.00
Cacahuete Natural	9.01 ± 18.11	5.77 ± 14.75	1.31	0.19	7.43 ± 15.09
Cacahuete Japonés	9.01 ± 18.11	5.77 ± 14.75	1.31	0.19	7.43 ± 15.09
Chocolate en Polvo	2.96 ± 4.82	2.79 ± 4.76	0.23	0.82	2.88 ± 4.78
Nuez	3.26 ± 5.79	1.40 ± 2.48	2.81	0.01*	2.35 ± 4.57

Resultados expresados en Media ± Desviación estándar, g de materia fresca de porción comestible/día/persona,

*Diferencia significativa (prueba *t* de student, $p \leq 0.05$).

7.4 Marcas más consumidas

El cuestionario aplicado a los responsables de la preparación de los alimentos en los hogares de los adolescentes (Anexo 8) permitió conocer cuáles eran las marcas más consumidas como se observa en la Tabla 15. Las cuales fueron adquiridas en comercios para su posterior análisis.

Tabla 15. Marcas de alimentos consumidas frecuentemente por los adolescentes

Alimento	Marca
Aceite comestible	Nutrioli
Arroz	Verde Valle
Cacahuete Japonés	Mafer
Chocolate en Polvo	Chocomilk
Frijoles Caseros	Valle Verde
Galletas Saladas	Saladitas Gamesa
Pasta	La moderna
Tortilla de Harina	Tía Rosa

7.5 Porcentaje de humedad en los alimentos de consumo frecuente

El contenido de humedad que presentaron los diferentes alimentos evaluados se describen en la Tabla 16, los cuales fueron empleados para calcular el contenido de antioxidantes en base seca de los alimentos y así poder comparar los resultados con la bibliografía que reportaban datos en ésta unidad.

Tabla 16. Contenido de humedad en los alimentos evaluados

Alimento	Humedad (%)	Alimento	Humedad (%)
Manzana	82.87 ± 0.55	Cereal Azucarado	2.94 ± 0.09
Melón	93.47 ± 0.04	Galletas Saladas	6.81 ± 6.31
Naranja	88.56 ± 0.26	Pan de Dulce	13.77 ± 0.19
Papaya	87.76 ± 0.25	Pasta	82.17 ± 0.33
Plátano	77.73 ± 1.36	Tortilla de Harina	22.32 ± 0.09
Cebolla	88.98 ± 1.54	Tortilla de Maíz	38.31 ± 2.42
Jitomate	94.07 ± 0.11	Frijoles Caseros	74.19 ± 1.43
Lechuga	97.04 ± 0.19	Aceite de Soya	2.40 ± 2.83
Pepino	97.19 ± 0.09	Aguacate	75.94 ± 2.70
Tomate Verde	91.68 ± 0.86	Cacahuete Natural	5.42 ± 0.14
Arroz	66.73 ± 0.33	Cacahuete Japonés	2.73 ± 0.06
Bolillo	28.85 ± 0.70	Chocolate en Polvo	0.42 ± 0.04
Cereal	4.70 ± 0.12	Nuez	4.13 ± 0.05

Resultados expresados en Media ± Desviación estándar.

Los resultados obtenidos para el contenido CPT, la CA medida por ABTS y DPPH en los alimentos, la cantidad de alimento promedio consumida en un día por los adolescentes, así como la cantidad de CPT y CA de la ingesta se pueden observar en la Tabla 18.

7.6 Contenido de compuestos polifenólicos totales en los alimentos

Como se observa en la Tabla 18, las frutas y verduras estudiadas presentaron un contenido de CPT entre 0.78 a 2.05 mg EAG/g bh. La cebolla presentó el contenido mayor, mientras que el jitomate tuvo el menor. Para los cereales, los alimentos con mayor contenido de CPT fueron las galletas saladas, el bolillo, el pan de dulce y el cereal con un promedio \approx 1.80 mg EAG/g bh, por otro lado los de menor contenido fueron pasta y arroz en un rango de 0.06 a 0.15 mg EAG/g bh.

Los frijoles caseros reportaron un valor de 2.01 mg EAG/g bh, mientras que en los aceites y grasas el contenido de CPT fluctuó entre 3.86 y 5.13 mg EAG/g bh, donde la nuez tuvo el mayor aporte y el aceite de soya tuvo el menor.

Al comparar el contenido de CPT entre todos los alimentos evaluados se observó que la mayoría de ellos se encuentran en un rango de 0.06 a 2.29 mg EAG/g bh, seguidos por el cacahuate natural, cacahuate japonés, aguacate y chocolate en polvo teniendo valores entre 3.86 y 5.13 mg EAG/g bh, siendo la nuez el alimento que se diferenció por tener un valor significativamente más alto que todos con 21.87 mg EAG/g bh.

7.7 Capacidad antioxidante por ABTS en los alimentos

El alimento que sobresalió por poseer la mayor CA por ABTS para las frutas y verduras fue la cebolla, al tener un valor casi cuatro veces mayor que el resto, seguido de la lechuga y el pepino, encontrándose el resto de los alimentos en un rango de 0.07 a 0.13 mg EAA/g bh. Dentro de los cereales, la pasta y el cereal azucarado fueron los alimentos de mayor CA quedando los demás en un intervalo de 0.08 a 0.24 mg EAA/g bh.

En tanto que, para los frijoles caseros fue de 0.36 EAA/g bh y en el grupo de los aceites y grasas el resultado superior correspondió a la nuez, mientras que los inferiores al aceite de soya (0.03 mg EAG/g bh) y al aguacate (0.21 mg EAA/g bh) (Tabla 18).

Para la CA por ABTS la mayoría de los alimentos se encontraban en un rango de 0.03 a 0.59 mg EAA/g bh, saliendo de estos valores el chocolate en polvo, la pasta y la nuez quienes duplicaban o tenían un valor hasta 8 veces mayor que el límite superior.

7.8 Capacidad antioxidante por DPPH en los alimentos

De acuerdo con la prueba DPPH la papaya fue la fruta que tuvo la mayor CA seguida por la manzana, ubicándose los demás alimentos en un rango de 1.28 a 2.78 $\mu\text{mol ET/g bh}$. Los cereales tuvieron una CA medida por DPPH entre 0.78 y 4.15 $\mu\text{mol ET/g bh}$, de los cuales, el bolillo, la tortilla de maíz y el arroz superaron éste intervalo. Los frijoles caseros presentaron una CA de 3.50 $\mu\text{mol ET/g bh}$. La nuez (63.13 $\mu\text{mol ET/g bh}$) presentó el valor más elevado en la CA en el grupo de aceites y grasas seguido por el chocolate en polvo y el cacahuate japonés, encontrándose fuera del intervalo de este grupo (0.82 a 3.19 $\mu\text{mol ET/g bh}$) (Tabla 18).

A nivel general los alimentos presentaron una CA medida por DPPH de 0.78 a 4.15 $\mu\text{mol ET/g bh}$; los que presentaron un valor superior fueron la nuez, el chocolate en polvo, el bolillo, la tortilla de maíz, el arroz y el cacahuate japonés.

En la Tabla 17 se muestra la correlación de Spearman realizada para determinar la relación entre el contenido de CPT y la CA por ABTS ($r= 0.57$; $p= 0.00$) y DPPH ($r = 0.50$; $p= 0.0$), reflejando una asociación positiva media significativa.

Tabla 17. Correlación entre compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante en los alimentos

	ABTS	DPPH
CPT	0.57(*)	0.50(*)

* La correlación es significativa al nivel $p \leq 0.05$.

Tabla 18. Compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante en los alimentos de consumo más frecuente y su contribución a la dieta de los adolescentes

Alimentos	CPT (mg EAG/g muestra)	CA		Cantidad de alimento consumid a (g/día)	CPT de la dieta (mg EAG/persona /día)	CA de la dieta	
		ABTS (mg EAA/g muestra)	DPPH (μ mol ET/g muestra)			ABTS (mg EAA/persona /día)	DPPH (μ mol ET/persona/día)
Frutas y Verduras							
Manzana	1.20 \pm 0.12 ^{Cqrst}	0.07 \pm 0.01 ^{Ast}	3.30 \pm 0.25 ^{Dstu}	118.75	142.97 \pm 14.38 ^{Fz}	8.05 \pm 0.79 ^{DEtuvwx}	392.70 \pm 29.80 ^{Fw}
Melón	1.62 \pm 0.14 ^{Drstuv}	0.13 \pm 0.01 ^{Dst}	2.75 \pm 0.26 ^{Cqrstu}	75.26	122.14 \pm 10.62 ^{Ey}	9.62 \pm 1.05 ^{FGwx}	211.05 \pm 23.28 ^{Du}
Naranja	1.44 \pm 0.06 ^{Dqrstu}	0.10 \pm 0.01 ^{BCst}	2.63 \pm 0.24 ^{Cqrstu}	46.89	67.76 \pm 3.02 ^{Cww}	4.53 \pm 0.33 ^{Aqrstu}	123.28 \pm 11.13 ^{Crst}
Papaya	2.05 \pm 0.10 ^{Euv}	0.11 \pm 0.01 ^{CDst}	3.70 \pm 0.35^{Eu}	67.60	138.52 \pm 7.06 ^{Fz}	7.51 \pm 0.63 ^{CDstuvw}	249.82 \pm 23.67 ^{Euv}
Plátano	1.90 \pm 0.13 ^{Etuv}	0.12 \pm 0.01 ^{Dst}	1.28 \pm 0.12 ^{Aopq}	74.09	140.60 \pm 10.06 ^{Fz}	9.11 \pm 0.99 ^{EFGwx}	94.71 \pm 8.94 ^{ABpqrs}
Cebolla	2.29 \pm 0.21^{Fv}	0.58 \pm 0.02^{Gw}	2.78 \pm 0.17 ^{Cqrstu}	40.28	92.28 \pm 8.49 ^{Dx}	23.51 \pm 0.96 ^{Hy}	112.04 \pm 6.88 ^{BCqrst}
Jitomate	0.16 \pm 0.01 ^{Aop}	0.11 \pm 0.01 ^{CDst}	1.48 \pm 0.15 ^{Abopqr}	53.65	8.70 \pm 0.96 ^{Aop}	5.72 \pm 0.44 ^{ABrstuv}	79.58 \pm 8.21 ^{Aopq}
Lechuga	0.78 \pm 0.04 ^{Bopq}	0.23 \pm 0.02 ^{Ftu}	2.58 \pm 0.23 ^{Cpqrstu}	35.12	27.39 \pm 1.40 ^{Brs}	8.31 \pm 0.72 ^{DEFuvwx}	90.61 \pm 8.25 ^{ABopqr}
Pepino	1.15 \pm 0.10 ^{Cqrst}	0.16 \pm 0.01 ^{Est}	1.39 \pm 0.13 ^{AOpq}	62.52	71.90 \pm 6.25 ^{Cw}	9.73 \pm 0.87 ^{Gwx}	86.70 \pm 7.98 ^{ABopqr}
Tomate Verde	0.92 \pm 0.08 ^{Bpqr}	0.09 \pm 0.01 ^{ABst}	1.75 \pm 0.15 ^{Bopqrs}	75.36	69.40 \pm 6.42 ^{Cw}	6.46 \pm 0.73 ^{BCrstuvw}	131.88 \pm 11.69 ^{Cst}
				TOTALES	881.66	92.55	1572.37
Cereales							
Arroz	0.15 \pm 0.01 ^{Aop}	0.08 \pm 0.01 ^{Ast}	24.79 \pm 0.99 ^{Ew}	38.64	5.75 \pm 0.56 ^{Aop}	3.17 \pm 0.32 ^{Apqr}	957.98 \pm 38.10 ^{Dy}
Bolillo	1.79 \pm 0.11^{Etuv}	0.11 \pm 0.01 ^{ABst}	27.85 \pm 1.59^{Fx}	27.71	49.58 \pm 3.02 ^{Dt}	3.05 \pm 0.26 ^{Apqr}	771.84 \pm 44.14 ^{Cx}
Cereal	1.70 \pm 0.11^{Estuv}	0.11 \pm 0.01 ^{ABst}	4.15 \pm 0.06 ^{Du}	5.11	8.71 \pm 0.55 ^{ABop}	0.56 \pm 0.04 ^{Ap}	21.21 \pm 0.30 ^{Amñ}
Cereal Azucarado	1.31 \pm 0.10 ^{Cqrstu}	0.36 \pm 0.03 ^{Duv}	2.48 \pm 0.19 ^{BCopqrstu}	8.48	11.09 \pm 0.90 ^{Bopq}	3.05 \pm 0.28 ^{Apqr}	21.10 \pm 1.64 ^{Amñ}
Galletas Saladas	1.80 \pm 0.05^{Etuv}	0.24 \pm 0.02 ^{Ctu}	1.47 \pm 0.15 ^{ABopqr}	5.29	9.53 \pm 0.28 ^{Bop}	1.26 \pm 0.12 ^{Apq}	7.81 \pm 0.77 ^{Am}
Pan de Dulce	1.72 \pm 0.10^{Estuv}	0.17 \pm 0.02 ^{BCst}	3.53 \pm 0.21 ^{CDtu}	34.60	59.36 \pm 3.70 ^{Euv}	5.92 \pm 0.57 ^{Arstuvw}	122.21 \pm 7.23 ^{Brst}
Pasta	0.06 \pm 0.005 ^{Ao}	2.16 \pm 0.14^{Ey}	1.42 \pm 0.14 ^{ABopqr}	80.60	5.07 \pm 0.61 ^{Ao}	173.96 \pm 11.41 ^{Bz}	114.45 \pm 11.07 ^{Bqrst}
Tortilla de Harina	0.98 \pm 0.07 ^{Bqrs}	0.09 \pm 0.01 ^{Ast}	0.78 \pm 0.09 ^{Ao}	21.01	20.51 \pm 1.43 ^{Cqr}	1.90 \pm 0.19 ^{Apq}	16.35 \pm 1.85 ^{Amn}
Tortilla de Maíz	1.53 \pm 0.13 ^{Dqrstuv}	0.14 \pm 0.01 ^{ABst}	27.11 \pm 1.60^{Fx}	41.73	63.85 \pm 5.34 ^{Fww}	5.95 \pm 0.49 ^{Arstuvw}	1131.23 \pm 66.84 ^{Ez}
				TOTALES	233.45	198.82	3164.18

(Continúa)

Tabla 18. Compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante en los alimentos de consumo más frecuente y su contribución a la dieta de los adolescentes

Alimentos	CPT (mg EAG/g muestra)	CA		Cantidad de alimento consumida (g/día)	CPT de la dieta (mg EAG/persona/ día)	CA de la dieta	
		ABTS (mg EAA/g muestra)	DPPH (μ mol ET/g muestra)			ABTS (mg EAA/persona/día)	DPPH (μ mol ET/persona/día)
Leguminosas							
Frijoles Caseros	2.02 \pm 0.10 ^{uv}	0.36 \pm 0.02 ^{uv}	3.50 \pm 0.33 ^{stu}	73.17	147.44 \pm 6.58 ^z	26.34 \pm 1.30 ^y	256.09 \pm 23.93 ^v
Aceites y grasas							
Aceite de Soya	0.10 \pm 0.01 ^{ao}	0.03 \pm 0.002 ^{as}	0.82 \pm 0.01 ^{aop}	27.78*	2.90 \pm 0.31 ^{ao}	0.97 \pm 0.15 ^{apq}	22.85 \pm 0.39 ^{bmñ}
Aguacate	4.75 \pm 0.38 ^{bcxy}	0.21 \pm 0.02 ^{abstu}	3.19 \pm 0.22 ^{brstu}	19.26	91.48 \pm 7.39 ^{ez}	4.12 \pm 0.39 ^{cpqrs}	61.48 \pm 4.35 ^{dñop}
Cacahuete Natural	3.86 \pm 0.31 ^{bw}	0.42 \pm 0.02 ^{bcww}	1.76 \pm 0.12 ^{abopqrst}	7.43	28.70 \pm 2.30 ^{crs}	3.15 \pm 0.16 ^{bpqr}	13.05 \pm 0.91 ^{amn}
Cacahuete Japonés	4.34 \pm 0.19 ^{bcwx}	0.59 \pm 0.05 ^{cw}	6.89 \pm 0.67 ^{cv}	7.43	32.23 \pm 1.41 ^{cs}	4.39 \pm 0.41 ^{cqrst}	51.18 \pm 4.97 ^{cnño}
Chocolate en Polvo	5.13 \pm 0.30 ^{cy}	1.28 \pm 0.09 ^{dx}	38.04 \pm 3.14 ^{dy}	2.88	14.76 \pm 0.88 ^{bpq}	3.68 \pm 0.27 ^{bcpar}	109.54 \pm 9.04 ^{eqrst}
Nuez	21.87 \pm 0.94^{Dz}	4.96 \pm 0.49^{Ez}	63.13 \pm 2.33^{Ez}	2.35	51.39 \pm 4.57 ^{dtu}	11.65 \pm 1.16 ^{dx}	148.40 \pm 5.48 ^{ft}
TOTALES					221.46	27.96	406.50
CONSUMO TOTAL POR DIA					1484.01	345.67	5399.14

Resultados expresados en Media de 3 submuestras \pm Desviación estándar; CPT=Compuestos Polifenólicos Totales, CA=Capacidad Antioxidante. *Valor obtenido de un estudio realizado por la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO, 2010). El contenido de CPT y CA de la dieta deriva de la multiplicación de la cantidad de los alimentos consumidos por las 3 columnas anteriores. ^{A-H} Distintos superíndices en la misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en un mismo grupo de alimentos; ^{m-z} Distintos superíndices en la misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los alimentos de todos los grupos. Totales es la sumatoria de los valores de los alimentos por grupo.

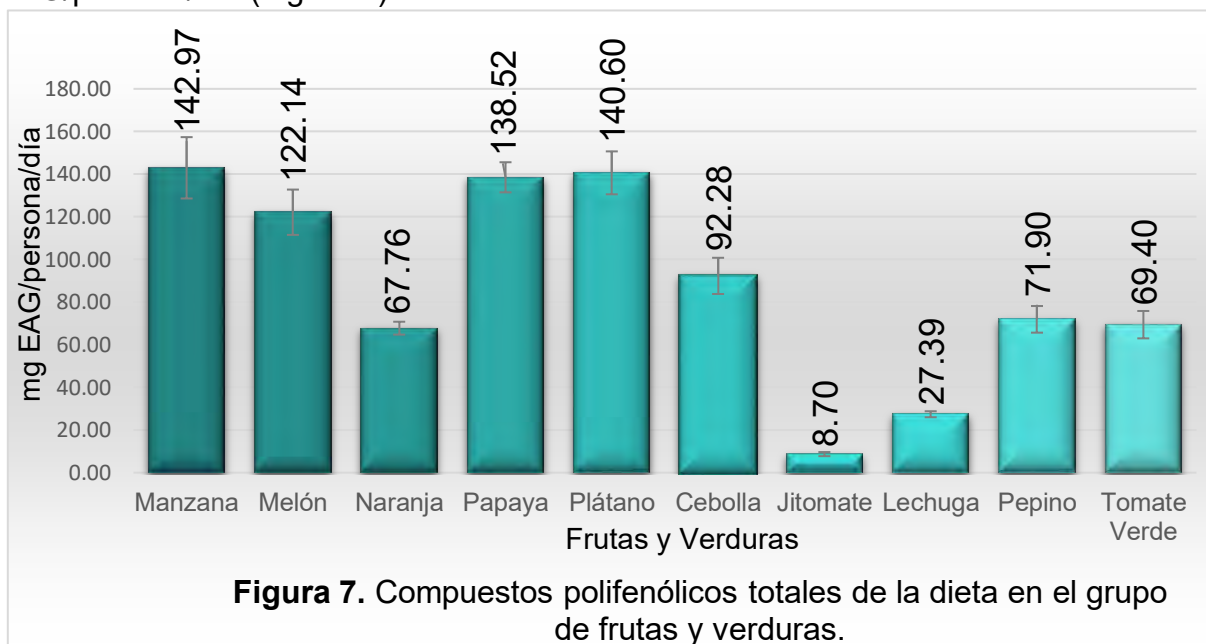
7.9 Consumo de antioxidantes

El consumo diario promedio de CPT en la dieta habitual de los adolescentes fue de 1484.01 mg EAG/persona/día. La CA de su dieta fue de 345.67 mg EAA/persona/día y de 5399.14 $\mu\text{mol ET/persona/día}$, según las determinaciones de ABTS y DPPH respectivamente.

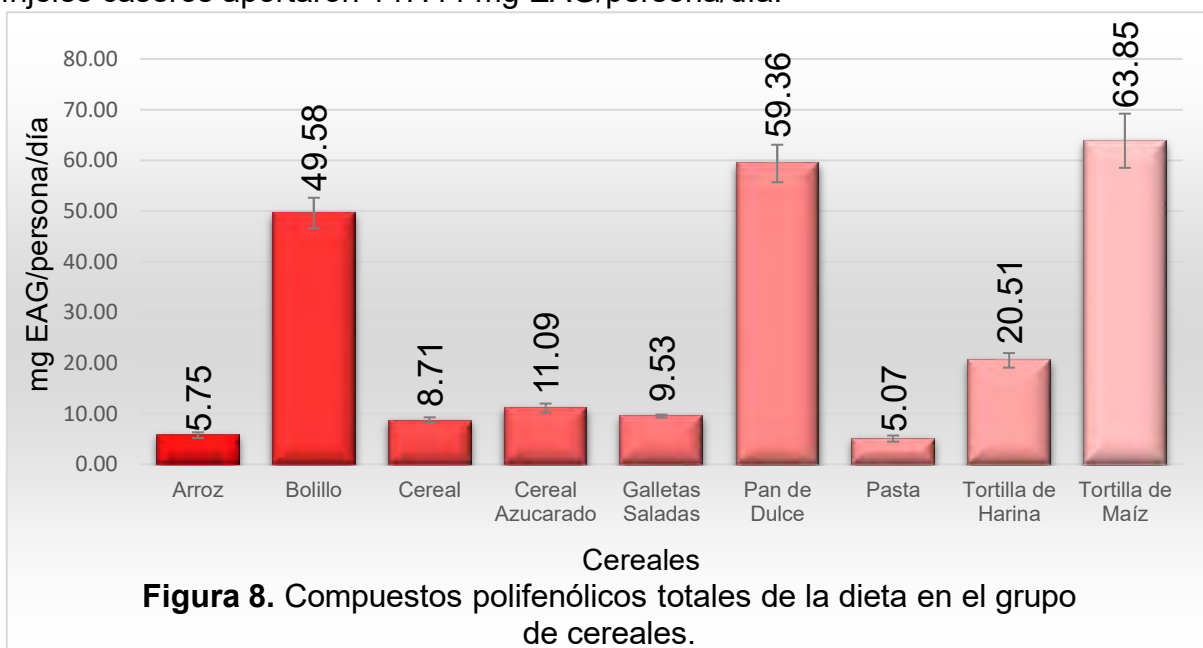
Como se puede observar en la Tabla 18, a pesar de que los alimentos anteriormente mencionados tuvieron el mayor contenido de CPT y la mayor CA, con frecuencia estos no son los que tienen el mayor aporte a la dieta de los adolescentes, debido a que otros alimentos se consumen en cantidades mayores, siendo en consecuencia las principales fuentes. Para que se pueda apreciar mejor la contribución que tuvieron los diferentes alimentos al aporte de CPT y CA a la dieta de los sujetos de estudio se presentan a continuación unas gráficas, donde se retoman los valores de las columnas CPT de la dieta y CA de la dieta de la tabla anterior.

7.10 Contenido de compuestos polifenólicos totales de la dieta

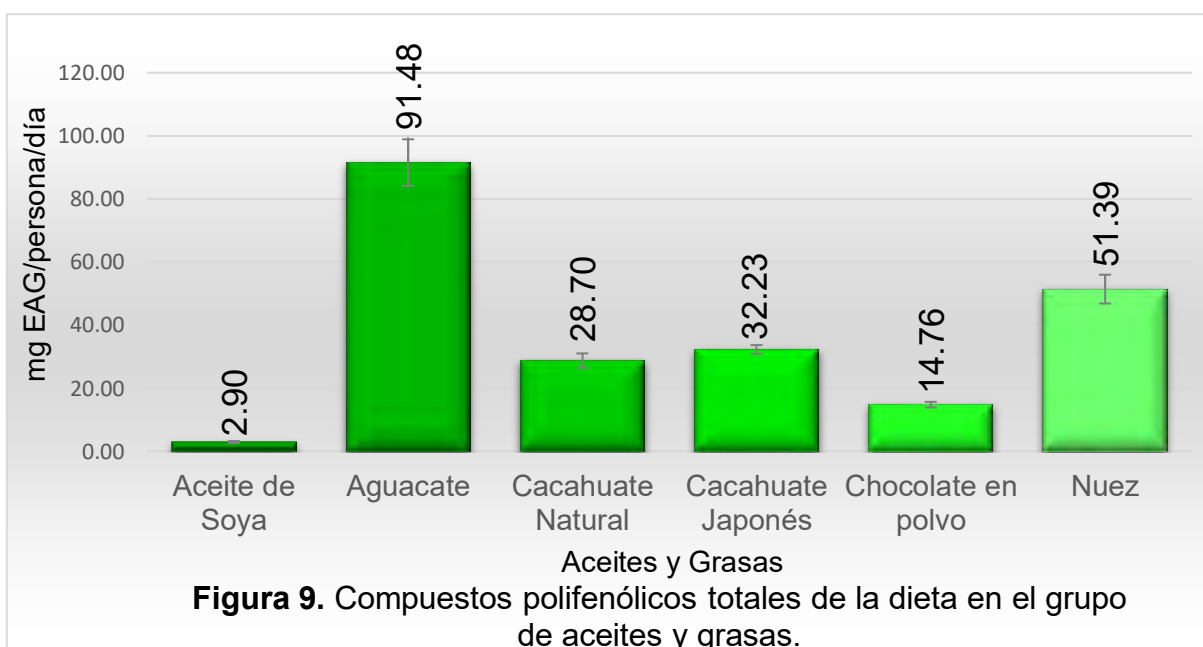
Los alimentos que aportaron más CPT a la dieta debido a la cantidad consumida por los adolescentes fueron la manzana (142.97 mg EAG/persona/día), el plátano (140.60 mg EAG/persona/día) y la papaya (138.52 mg EAG/persona/día) para el grupo de frutas y verduras, cuyo aporte de CPT se encontró en un rango de 8.70 a 122.14 mg EAG/persona/día (Figura 7).



La tortilla de maíz (63.85 mg EAG/persona/día), seguido del pan de dulce (59.36 mg EAG/persona/día), el bolillo (49.58 mg EAG/persona/día) y la tortilla de harina (20.51 mg EAG/persona/día) contribuyeron en mayor medida a la ingesta de CPT dentro de los cereales (Figura 8) el resto aportaron entre 5.07 y 11.09 mg EAG/persona/día. Los frijoles caseros aportaron 147.44 mg EAG/persona/día.



Dentro del grupo de aceites y grasas (Figura 9), sobresalieron el aguacate y la nuez (91.48 y 51.39 mg EAG/persona/día, respectivamente) por su aporte de CPT a la dieta,

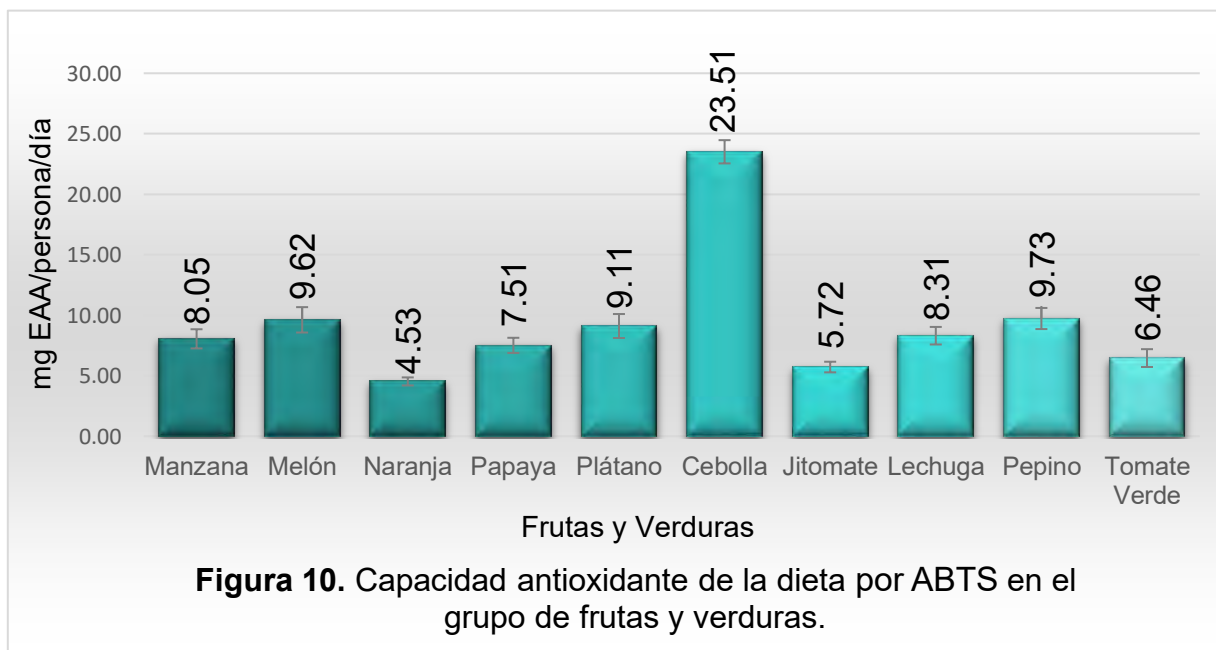


encontrándose los demás alimentos con un aporte entre 2.90 y 32.23 mg EAG/persona/día.

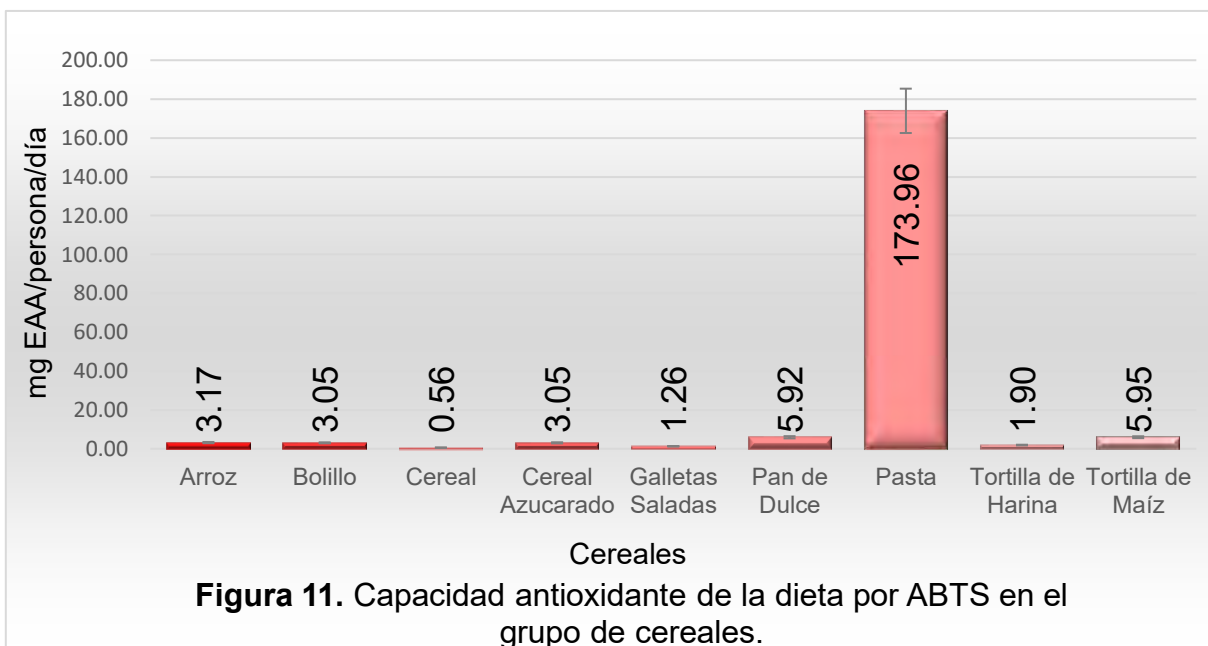
Al comparar todos los alimentos entre sí, los de mayor aporte de CPT a la dieta fueron los frijoles caseros, seguidos por la manzana, el plátano, la papaya y el melón en un rango de 147.44 a 122.14 mg EAG/persona/día, además se observó que el aguacate y la cebolla tenían valores de ≈ 92 mg EAG/persona/día y que los demás alimentos se encontraban en un rango de 2.90 a 71.90 mg EAG/persona/día.

7.11 Capacidad antioxidante por ABTS de la dieta

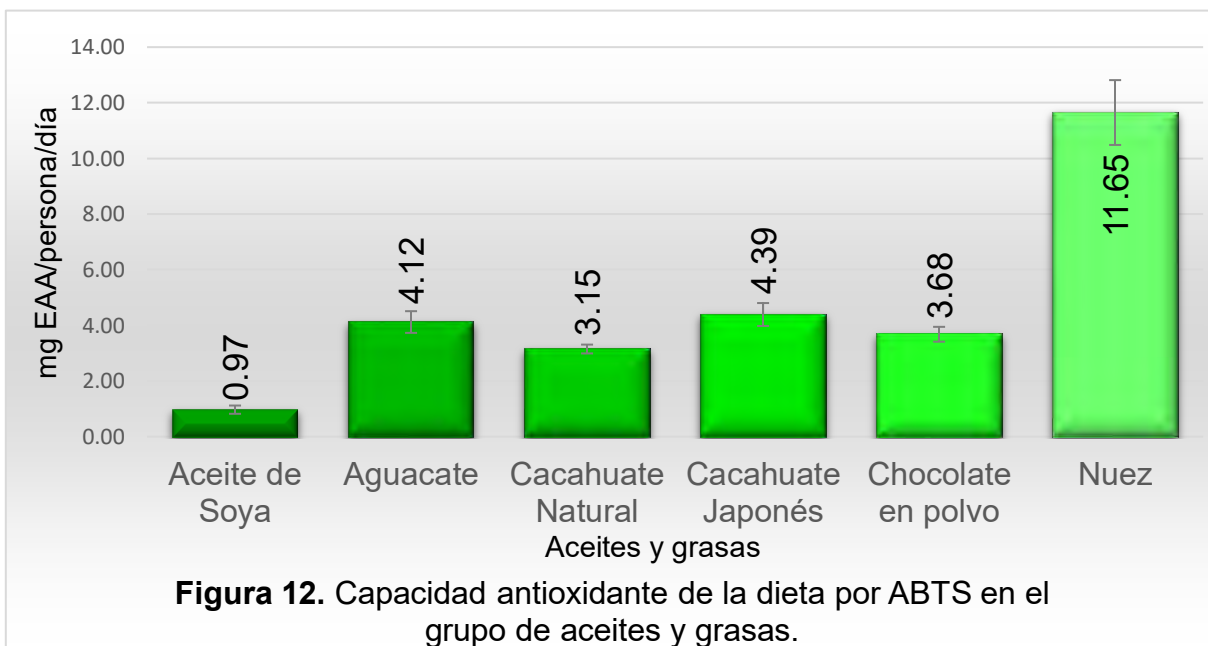
El aporte superior de CA por ABTS a la alimentación diaria fue contribuido por la cebolla (23.51 mg EAA/persona/día) la cual tuvo un valor casi 3 veces superior al del resto de las verduras que tuvieron un aporte entre 4.53 y 9.73 mg EAA/persona/día (Figura 10).



Para los cereales, la pasta (173.96 mg EAA/persona/día), fue el alimento que tuvo el valor más alto para la CA de la dieta (Figura 11) ya que los demás cereales presentaron una CA entre 0.56 a 5.95 mg EAA/persona/día.



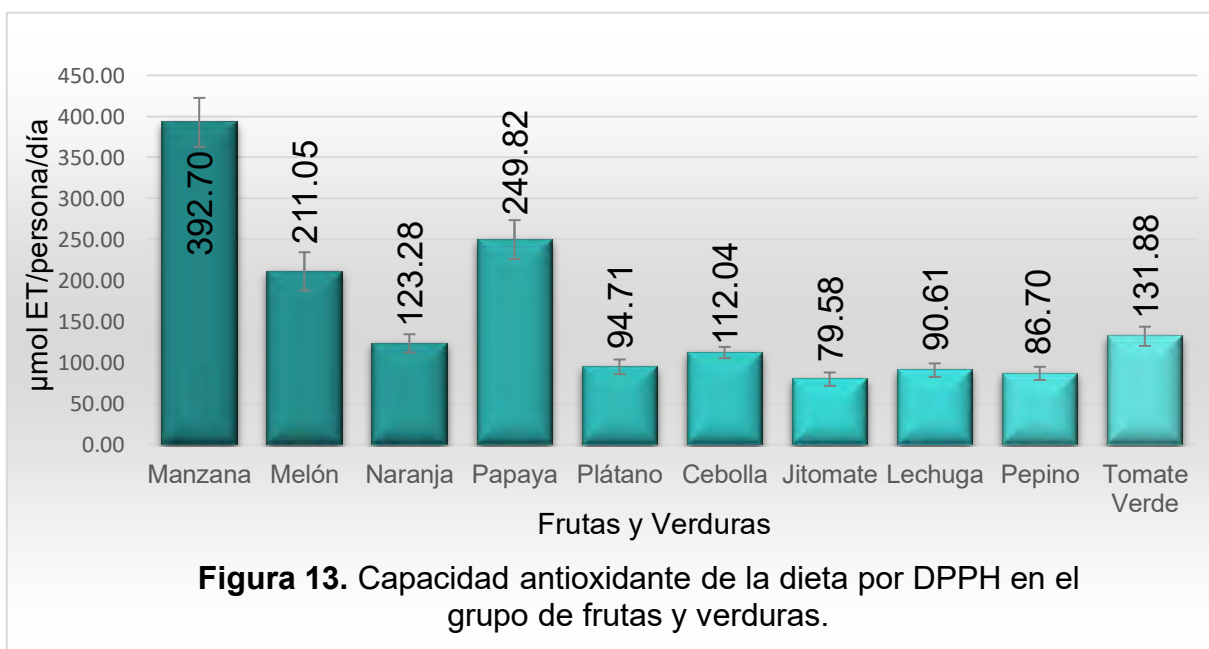
Los frijoles caseros tuvieron una CA por ABTS de 26.34 mg EAA/persona/día, entretanto que la nuez aportó a la dieta 11.66 mg EAA/persona/día superando al valor del resto de los alimentos del grupo de aceites y grasas (0.97 a 4.39 mg EAA/persona/día) por más del doble (Figura 12).



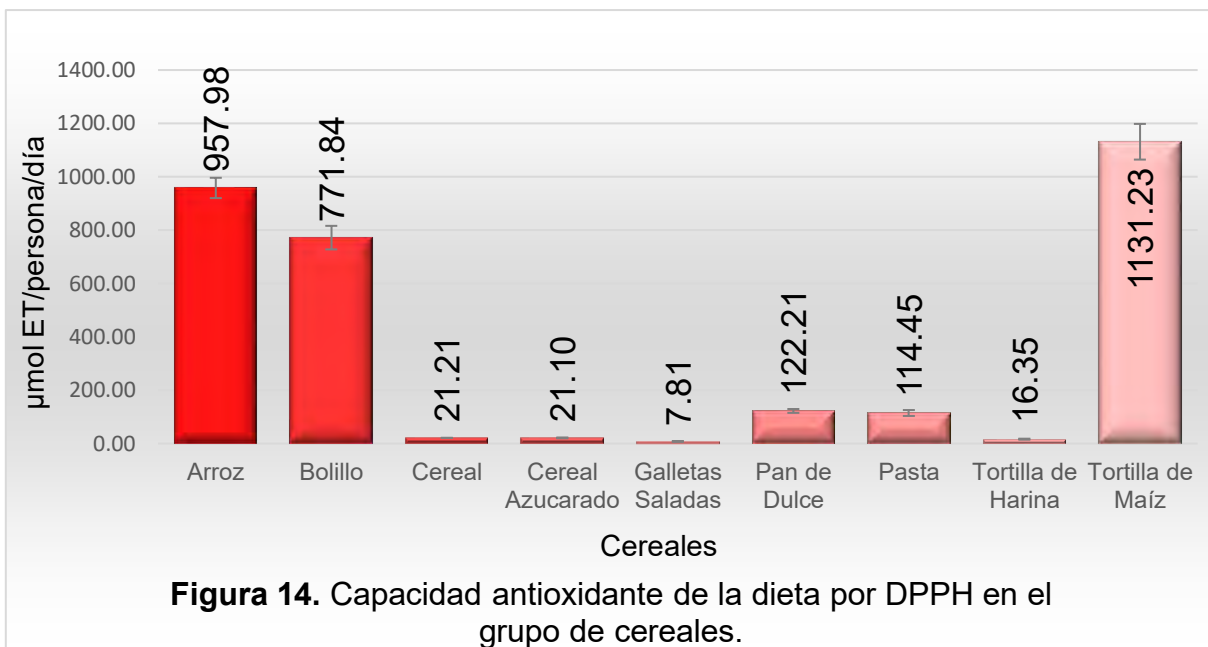
La mayoría de los alimentos, en cuanto a la CA por ABTS, se encontraron en un intervalo de 0.56 a 11.65 mg EAA/persona/día, mientras que la cebolla y los frijoles caseros destacaron con valores de 23.51 y 26.34 mg EAA/persona/día, respectivamente, siendo la pasta el alimento con mayor CA de la dieta de los adolescentes con un valor significativamente mayor de 173.96 mg EAA/persona/día.

7.12 Capacidad antioxidante por DPPH de la dieta

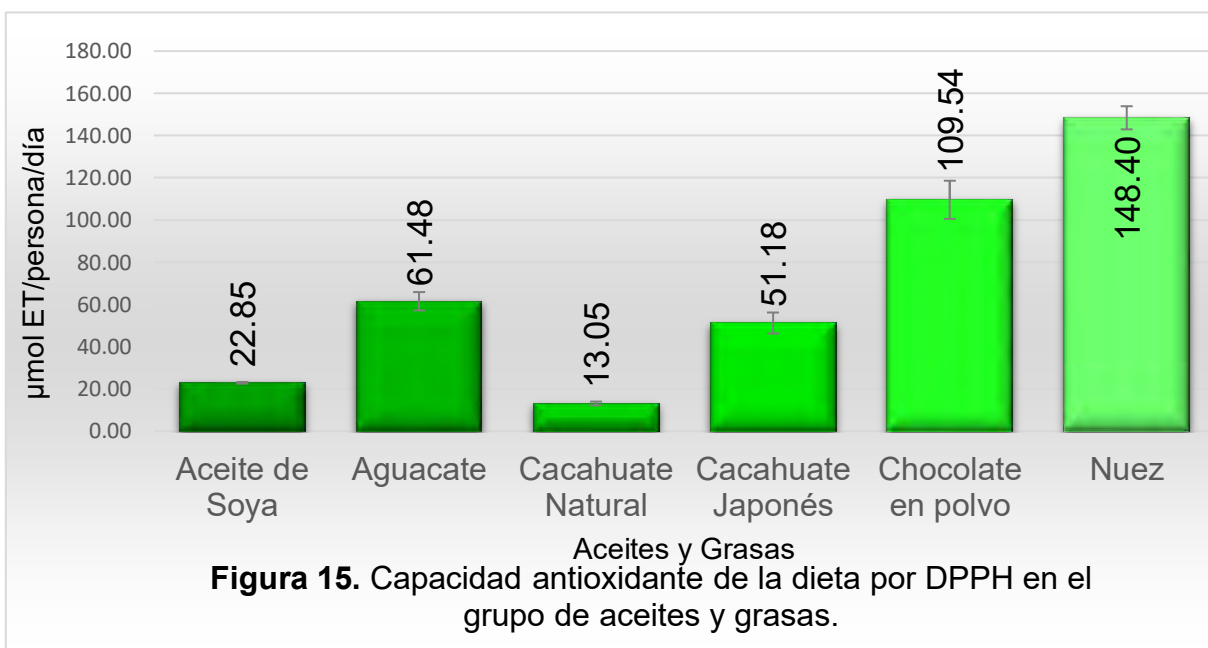
Los alimentos de la dieta que contribuyeron con la mayor CA medida por DPPH fueron la manzana, la papaya y el melón (392.70, 249.82 y 211.05 $\mu\text{mol ET/persona/día}$ respectivamente) dentro del grupo de las frutas y verduras, donde el resto de los alimentos tuvieron una CA entre 79.58 y 131.88 $\mu\text{mol ET/persona/día}$ (Figura 13).



Del mismo modo, el bolillo (771.84 $\mu\text{mol ET/persona/día}$), el arroz (957.98 $\mu\text{mol ET/persona/día}$) y la tortilla de maíz (1131.23 $\mu\text{mol ET/persona/día}$) destacaron entre los cereales por su contribución superior a la CA por DPPH, ya que el resto de los alimentos tuvieron valores entre 7.81 y 122.21 $\mu\text{mol ET/persona/día}$ (Figura 14).



Las leguminosas aportaron 256.09 µmol ET/persona/día a la CA; asimismo la nuez y el chocolate en polvo fueron los que tuvieron mayor aporte a la dieta del grupo de aceites y grasas con 148.40 y 109.54 µmol ET/persona/día respectivamente, mientras que los demás alimentos tuvieron una CA de 13.05 a 61.48 µmol ET/persona/día como se observa en la Figura 15.



Respecto a la CA medida por DPPH de todos los alimentos de la dieta se ubicaron la mayoría en un intervalo de 7.81 a 148.36 $\mu\text{mol ET/persona/día}$, seguidos por el melón, la papaya y los frijoles caseros en un rango de 211.05 a 256.09 $\mu\text{mol ET/persona/día}$, sobresaliendo la manzana, el bolillo, el arroz y la tortilla de maíz por sus valores significativamente mayores de CA de la dieta.

Posteriormente se realizó una correlación de Spearman (Tabla 19) para determinar la relación entre el contenido de CPT y la CA por ABTS ($r = 0.75$; $p=0.00$) y DPPH ($r = 0.86$; $p=0.00$), mostrándose una asociación positiva alta.

Tabla 19. Correlación entre compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante de la dieta de los adolescentes

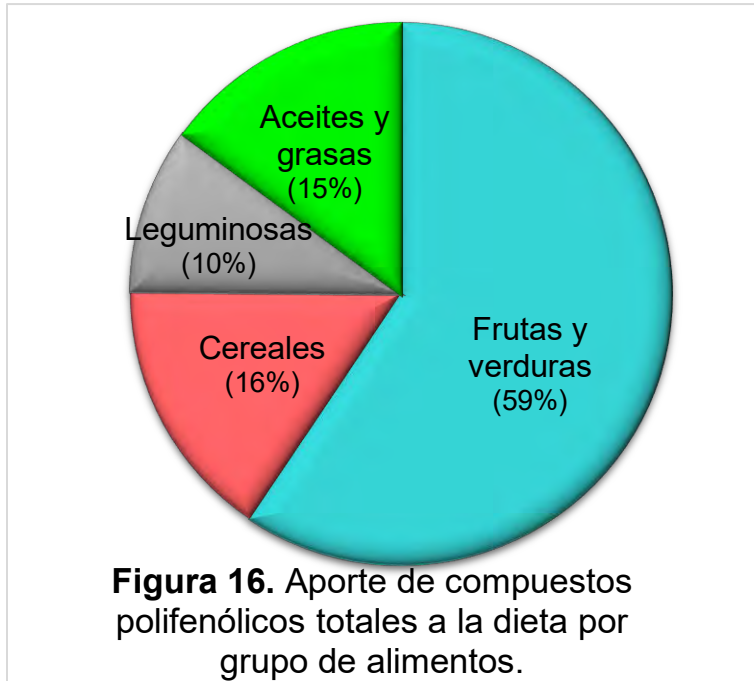
	ABTS	DPPH
CPT	0.75*	0.86*

* La correlación es significativa al nivel $p \leq 0.05$.

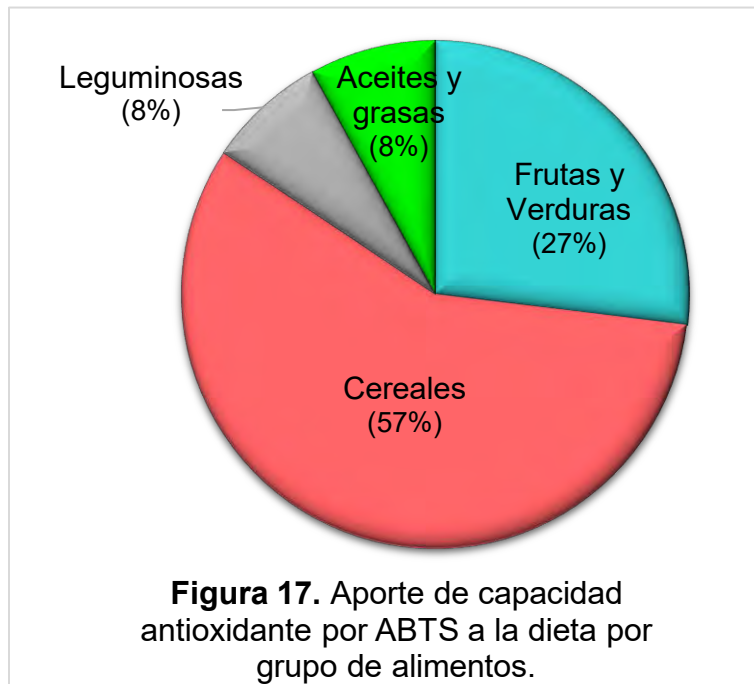
7.13 Aporte de compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante a la dieta por grupos de alimentos

Para evaluar la contribución de los diferentes grupos de alimentos al contenido de CPT y a la CA de la dieta se describen a continuación las gráficas que muestran la proporción del aporte de cada uno.

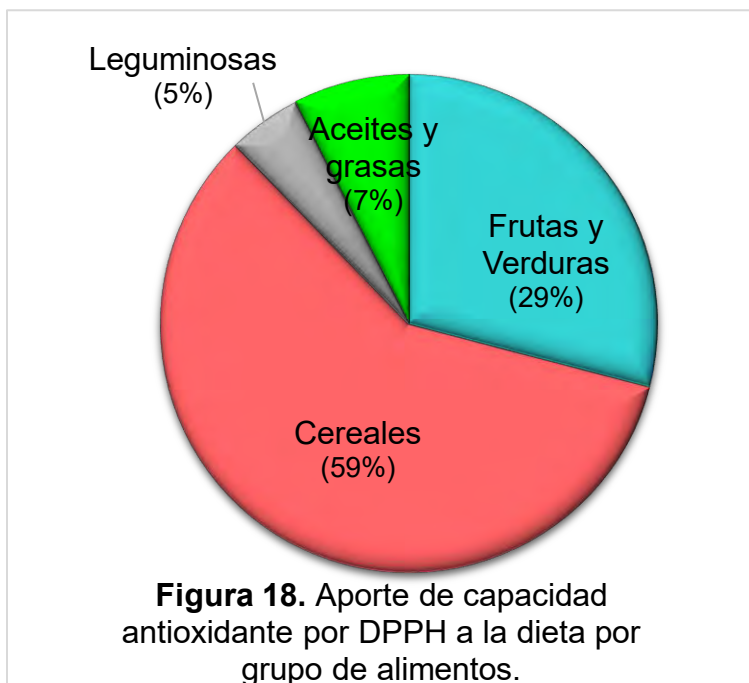
En la Figura 16 se puede observar que el grupo de alimentos que tuvo el mayor aporte de CPT a la dieta fue el de frutas y verduras con el 59%, seguido por el 16% de los cereales, el 15% de los aceites y grasas, y en menor cantidad las leguminosas con un 10%.



De acuerdo con la prueba ABTS, el grupo de los cereales tuvo la mayor CA en la alimentación diaria con el 57%; seguido del grupo de frutas y verduras con el 27% y en menor medida por las leguminosas y los aceites y grasas con 8% cada uno (Figura 17).



Para el aporte de CA medida por DPPH, el grupo de cereales también contribuyó con la mayor CA representando al 59%, el grupo de las frutas y verduras alcanzó un 29%, seguido de los aceites y grasas con un 7% y por último las leguminosas con un 5% (Figura 18).



7.14 Asociación entre indicadores antropométricos y consumo de antioxidantes

Finalmente se realizó una correlación de Spearman para determinar la asociación entre los indicadores antropométricos y el consumo de antioxidantes (Tabla 20), observando una correlación negativa muy débil entre el %GC y los CPT ($r = -0.13$; $p = 0.04$), asimismo el %GC con la CA por ABTS ($r = -0.15$; $p = 0.02$) y DPPH ($r = -0.15$; $p = 0.02$).

Tabla 20. Correlación entre indicadores antropométricos y consumo de antioxidantes de los adolescentes

	CPT	ABTS	DPPH
IMC	0.03	-0.01	0.02
%GC	-0.13(*)	-0.15(*)	-0.15(*)

* La correlación es significativa al nivel $p \leq 0.05$.

8. DISCUSIÓN

8.1 Indicadores antropométricos

Uno de los principales problemas de salud que aquejan a los adolescentes en México están relacionados con la malnutrición, lo que coincide con los porcentajes de sobrepeso (26.7%) y obesidad (8%) reportados en la muestra siendo estos muy parecidos a las prevalencias reportadas a nivel nacional por la ENSANUT MC (22.4% para sobrepeso y 13.9% para obesidad). Sin embargo, al comparar la muestra considerando el sexo difirió con las estadísticas nacionales, ya que, en estas, las mujeres fueron las que presentaron una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad combinada en comparación con los hombres (Shamah-Levy *et al.*, 2016).

Otras investigaciones en adolescentes mexicanos concuerdan con este trabajo, tal como el estudio realizado en Hidalgo por Saucedo-Molina *et al.* (2015) donde reportaron que el porcentaje de hombres que presentaron obesidad fue mayor respecto a las mujeres; sin embargo, el sobrepeso se presentó en mayor medida en este último grupo y se encontraron diferencias estadísticamente significativas al considerar las categorías de IMC por sexo, lo que difiere con lo observado en este trabajo y con lo reportado por Castañeda-Sánchez *et al.* (2008) en una investigación realizada en Sonora, donde no hubo diferencias significativas entre sexos para la categorización del IMC. En otro estudio realizado en la comunidad de Dzutóh en Yucatán (Marín *et al.*, 2013), los resultados obtenidos fueron similares a este trabajo, encontrándose un mayor porcentaje de obesidad en los hombres, no obstante, la diferencia entre los porcentajes de obesidad fue mayor en este estudio, además de que el sobrepeso en las mujeres fue mayor.

En Honduras, en un estudio realizado en adolescentes, los resultados difieren de los obtenidos para el IMC en este trabajo; el 79% presentó un IMC normal, de los cuales en su mayoría eran mujeres (45%); el 1% tuvo delgadez el cual correspondió a los varones; el 15% registró sobrepeso presentándose en mayor medida también en las mujeres con un 10% y solo el 4% de los sujetos de estudio fueron diagnosticados con

obesidad, también afectando más a las mujeres representando el 3% (Alvarenga, 2015).

En España se hallaron porcentajes diferentes a los encontrados en esta investigación, donde el 11% de los adolescentes presentaron un bajo peso, el 54% tuvo un IMC de normalidad y el 35% se diagnosticaron con sobrepeso, sin existir casos de obesidad (Suárez-Varela *et al.*, 2014). Sin embargo, un estudio realizado en Madrid por Rodríguez *et al.* (2012) se encuentra acorde con los resultados hallados, ya que los varones presentaron un porcentaje de obesidad mayor en comparación con las mujeres, aunque en este estudio existieron diferencias significativas en la categorización del IMC entre hombres y mujeres.

Muy probablemente estas diferencias entre investigaciones se deben a los diversos puntos de corte o las tablas de referencia utilizadas para clasificar el IMC o al tipo de dieta que llevan los adolescentes estudiados dependiendo de la zona geográfica a la que pertenecen.

Por otro lado, cuando se analizó el diagnóstico nutricional de acuerdo al %GC, las mujeres resultaron ser las más afectadas por la obesidad (70%), mientras que solo el 33.7% de los hombres tuvieron este diagnóstico.

A pesar de que el IMC ha sido recomendado para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad por ser accesible y práctico en la realización de estudios poblacionales (Kaufer-Howirtz y Toussaint, 2008), es relevante destacar que es un indicador que incluye a la masa magra y la masa grasa, siendo una medida de peso o masa y no de adiposidad, por lo tanto, éste puede sufrir variaciones por el contenido de agua corporal, masa ósea y el tejido muscular. Lo que podría explicar que en los resultados de esta investigación no coincidan los porcentajes de sobrepeso y obesidad al comparar los diagnósticos de ambas mediciones. Otro punto importante a resaltar es que a diferencia del concepto de obesidad, clínicamente hablando, el término sobrepeso no indica precisamente adiposidad, únicamente manifiesta a un peso elevado, ya sea por una gran cantidad de masa magra o de masa grasa, sin estar directamente relacionada a una u otra (Kaufer-Howirtz y Toussaint, 2008).

El %GC podría ser un indicador más preciso al momento de realizar el diagnóstico de obesidad, ya que mide la adiposidad, por lo tanto este debería ser considerado en primer lugar como indicador antropométrico para este grupo etario. Considerando los resultados obtenidos, probablemente las mujeres tienden a presentar un %GC mayor debido a las modificaciones en la composición corporal que presentan en esta etapa provocados por los cambios hormonales, así como el tipo de dieta que frecuentan.

8.2 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

De acuerdo con los datos arrojados por el CFCA, el consumo de frutas en los adolescentes fue poco frecuente, ya que solo el 14.7% de los participantes las consumía diariamente. De manera análoga, el consumo de verduras y leguminosas fue insuficiente, al ser consumidas por el 11.2% y el 9.9% respectivamente; en cuanto a los cereales el consumo fue ligeramente superior con un 16%. Aunado a un frecuente consumo de azúcares (16.5%) y lácteos (28.2%).

Los resultados obtenidos en este estudio para frutas y verduras están por debajo de lo informado en la ENSANUT MC, donde a nivel nacional el 39.2% de la población de este grupo etario consumió frutas y el 26.9% consumió verduras. Para el caso de las leguminosas el consumo de la muestra estudiada también fue menor en comparación con los datos de la población adolescente mexicana (63.1%).

Desafortunadamente la ENSANUT MC solo evaluó al cereal azucarado y el pan de dulce, sin considerar a los cereales como grupo, mostrando que el consumo de estos dos alimentos se presentó en mayor proporción en esta encuesta (Shamah-Levy *et al.*, 2016) en comparación con este estudio, no obstante cuando se compararon estos alimentos con los demás cereales del CFCA su consumo fue el más alto.

El poco consumo de frutas y verduras en los adolescentes en México también se ha observado en otras investigaciones, tal como Barriguete *et al.* (2017), quienes reportaron que en la Ciudad de México y el estado de Michoacán, el 16.3% y el 14.9% de los adolescentes de estas ciudades consumían frutas más de una vez al día todos los días de la semana; y solo el 10.3% y 16.0% respectivamente consumieron verduras

todos los días; valores muy semejantes a los obtenidos en éste trabajo de investigación.

En Guadalajara se reportaron valores superiores a la presente investigación, ya que, menos de una tercera parte de los adolescentes estudiados consumieron frutas y verduras diariamente; el 49.2% tuvieron un consumo diario de cereales y menos de la mitad de los participantes (40.9%) consumieron adecuadamente leguminosas, mientras que el consumo de pan de dulce y pasteles en esta muestra fue menor, ya que sólo el 33.6% refirió consumirlos más de 2 veces por semana (Macedo-Ojeda *et al.*, 2008) lo que en comparación a este trabajo indica que el consumo de pan de dulce no sería adecuado ya que la frecuencia de consumo es mayor.

En el estado de Sonora, en un trabajo efectuado en adolescentes, se encontró que los alimentos que se consumieron con mayor frecuencia fueron los cereales con el 73.9%, leche y sus derivados con 43.5% y azúcares con 46.4% (Castañeda-Sánchez *et al.*, 2008) coincidiendo con los hallazgos de este estudio en donde los grupos de alimentos de mayor consumo fueron los lácteos, azúcares y cereales.

En otras regiones del mundo, se observa que la ingesta de los diferentes grupos de alimentos en adolescentes fue superior a los valores descritos previamente, no obstante, siguen siendo deficientes. Por ejemplo, Tejada *et al.* (2011) reportaron que el 31.7% de los adolescentes consumieron frutas dos o más veces al día, mientras que solo el 8.9% consume verduras y hortalizas en tres o más ocasiones al día. Suárez-Varela *et al.* (2014) en España hallaron datos de consumo superiores de frutas y verduras, ya que el 39.2% y el 55.4% de los adolescentes consumieron de 1 a 2 raciones de frutas y verduras al día respectivamente. Sin embargo, su consumo de leguminosas fue bajo debido a que el 37.8% de los individuos las consumía semanalmente.

En Honduras se encontró que más de la mitad de los adolescentes estudiados consumieron tortillas de maíz, más del 40% arroz y cereal de desayuno, el 30% frijoles y poco más del 25% pan de dulce (Alvarenga, 2015). De acuerdo con la Encuesta Mundial de Salud Escolar del Salvador el 44.2% de los adolescentes comieron fruta

dos o más veces al día, siendo más predominante en las mujeres, se ha observado que su consumo tiende a disminuir conforme aumenta el grado de escolaridad, por su parte el consumo de verduras fue aún menor, sólo el 14.7% las consumió 3 o más veces al día (Mario *et al.*, 2013).

En cuanto a las diferencias en el consumo de alimentos (gramos/día) por sexo, los datos encontrados en esta investigación fueron similares a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2012), donde hubo diferencias significativas entre hombres y mujeres, al observarse un consumo mayor de frutos secos y cereales en los varones. Del mismo modo, en los estudios llevados a cabo por Macedo-Ojeda *et al.* (2008) y Ortiz-Hernández y Gómez-Tello (2008), al comparar la frecuencia de consumo de alimentos entre hombres y mujeres adolescentes no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de los grupos como en el presente caso. En el estudio de Holt *et al.* (2009) tampoco se encontraron diferencias en la ingesta de leguminosas, frutas y verduras, además se observó un consumo deficiente de estos alimentos como en lo hallado en esta investigación.

Al comparar los gramos de consumo de frutas y verduras que tuvo la muestra estudiada, con el trabajo realizado en una muestra de mujeres adultas con obesidad de una comunidad rural del estado de Querétaro, México, se pudo observar que los adolescentes tuvieron un consumo superior en cada uno de los alimentos evaluados, sin embargo, tuvieron una menor variedad de los mismos en su dieta; es importante resaltar que incluir una mayor variedad de frutas y verduras en la dieta ayuda a tener un mejor aprovechamiento de los compuestos nutricionales que estos alimentos aportan (Hervert-Hernández *et al.*, 2011).

En México a diferencia de otros países contamos con una gran variedad de frutas y verduras (Hervert-Hernández *et al.*, 2011), por lo que es lamentable que los adolescentes tengan un consumo tan limitado de estas. Probablemente, uno de los factores que influye en el bajo consumo de alimentos fuente de antioxidantes es la gran accesibilidad a alimentos industrializados que tienen un alto aporte energético y

bajo en nutrientes, que junto a la influencia de los medios de comunicación promueven las dietas desequilibradas (Rodríguez *et al.*, 2012).

Si bien es claro que los hábitos alimentarios están influidos por las características sociales, económicas y culturales de una población o región determinada (NOM-043, 2012) se pudo observar que en todos los estudios anteriores, incluyendo los resultados de esta investigación, los adolescentes no tuvieron un consumo adecuado de los diferentes grupos de alimentos, lo que resulta ser alarmante, ya que el consumo insuficiente de frutas y verduras ha sido considerado por la OMS (2018) como uno de los 10 principales factores de riesgo de mortalidad a nivel mundial, al ser causante de múltiples enfermedades, tales como cáncer gastrointestinal, cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares (Mario *et al.*, 2013).

A partir de lo reportado anteriormente, con respecto a la hipótesis de investigación, en la cual se planteó que el consumo de los alimentos fuente de antioxidantes sería poco frecuente entre los participantes y que el consumo de ellos sería superior en hombres comparado con las mujeres, los hallazgos obtenidos permitieron responderla parcialmente, ya que efectivamente los participantes tuvieron un consumo poco frecuente de alimentos fuente de antioxidantes, tales como frutas, verduras y leguminosas, sin existir una diferencia entre hombres y mujeres respecto a su consumo.

8.3 Porcentaje de humedad

De los alimentos evaluados, un poco más de la mitad presentaron un porcentaje superior al 60% de humedad debido a que pertenecen al grupo de las frutas y las verduras, considerando al agua como uno de sus componentes principales, siendo esta la causa de su perecibilidad (Morillas-Ruiz y Delgado-Alarcón, 2012). Los alimentos que tuvieron del 25 al 50% de agua tales como el bolillo, tortilla de harina y tortilla de maíz, se les conoce como alimentos de humedad intermedia, los cuales poseen una larga vida de anaquel (Badui, 2006). Sin embargo, el contenido de agua por sí solo no provee la estabilidad, por este hecho, alimentos con el mismo porcentaje de humedad tienen diferentes vidas de anaquel (Badui, 2006). Es importante resaltar

que los alimentos que presentaron un porcentaje muy bajo de humedad como los cereales, las galletas saladas, el aceite de soya, los cacahuates, la nuez y el chocolate en polvo se debe a la naturaleza propia de estos productos o a procesos de elaboración relacionados con su caducidad.

8.4 Antioxidantes en los alimentos

Al interpretar los valores de CA y de CPT es muy importante considerar que el contenido de estos compuestos tiene una variación tanto dentro de los grupos como entre ellos, tal como se pudo observar en los resultados de este trabajo donde a pesar de pertenecer al mismo grupo, la cebolla tuvo un contenido 14 veces mayor de CPT que el jitomate; la nuez contuvo 219 veces el aporte de CPT del aceite de soya, la pasta tuvo una CA por ABTS 27 veces mayor a la del arroz y el bolillo tuvo una CA por DPPH 36 veces mayor a la de la tortilla de harina. En tanto que, entre grupos se observó que la nuez contuvo 10 veces más CPT que la papaya; la pasta tuvo la mitad de la CA por ABTS de la nuez, sin embargo tuvo el triple de la CA de la cebolla; mientras que el bolillo tuvo una CA por DPPH 8 veces mayor a la de los frijoles. Esto se debe a que la CA va a depender de la naturaleza del alimento y la concentración de los antioxidantes que lo componen (Morillas-Ruiz y Delgado-Alarcón, 2012).

Del mismo modo, los antioxidantes pueden actuar en el cuerpo humano por diversos mecanismos por lo que utilizar un solo método para analizar la CA podría ser insuficiente (González-Montesino, 2009). Por lo antes mencionado, en esta investigación se emplearon dos métodos de estimación de CA utilizados en alimentos, ABTS y DPPH. El ABTS se caracteriza por medir la CA de los compuestos hidrofílicos y lipofílicos, siendo su principal mecanismo de neutralización la transferencia de electrones; mientras que el radical DPPH solo es soluble en medios orgánicos como el metanol, por lo que tiene mayor afinidad por los compuestos antioxidantes poco polares y su neutralización se da por la transferencia de hidrógeno. Además el ABTS tiene la ventaja de que su espectro tienen máximos de absorbancia a 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico, mientras que el DPPH presenta un pico de absorbancia a 515 nm (Mercado-Mercado *et al.*, 2013; Kuskoski *et al.*, 2005). Debido a estas diferencias, en los resultados de esta investigación se pudo observar que los valores

obtenidos para la CA por DPPH fueron superiores a los de la prueba ABTS, además de la diferencia de unidades en las cuales se reportan.

8.4.1 Determinación de compuestos polifenólicos totales

Las frutas y verduras se caracterizan por ser una fuente importante de estos compuestos (Alonso *et al.*, 2002; Saura-Calixto *et al.*, 2010; Hervert-Hernández *et al.*, 2011), siendo las frutas las que demuestran tener un aporte mayor (Scalbert y Williamson, 2000; Chu *et al.*, 2002), tal como se pudo apreciar en esta investigación. De acuerdo con la bibliografía, en este trabajo algunas de las frutas y verduras que tuvieron un aporte importante de estos compuestos fueron la manzana (Santos-Buelga y Scalbert, 2000), la cebolla y la naranja (Scalbert y Williamson, 2000). Además, la cuantificación de CPT en todas las frutas y verduras también resultó ser comparable con otras investigaciones (Kremer y Fialho, 2009; Wu *et al.*, 2004; Chun *et al.*, 2005; Kevers *et al.*, 2007; Morillas-Ruiz y Delgado-Alarcón, 2012; Rockenbach *et al.*, 2008; Curi *et al.*, 2018).

Los cereales también son considerados como fuente importante de antioxidantes (Hervert-Hernández *et al.*, 2011), e incluso se conoce que los cereales integrales para el desayuno contienen una cantidad mayor que algunas frutas y verduras (Miller *et al.*, 2000). En esta investigación los cereales evaluados no fueron integrales, no obstante, tuvieron un contenido de CPT similar a las frutas y verduras. Los resultados obtenidos para el arroz, cereal, pan de dulce, pasta, tortilla de maíz y galletas saladas fueron parecidos a lo reportado por Pang *et al.* (2017), Wu *et al.* (2004), Peñaloza-Espinosa *et al.* (2017), Ovando (2008), Mora-Rochin *et al.* (2010), Ahmed y Abozed (2015) y Elhassaneen *et al.* (2016). Sin embargo, para el caso de bolillo, cereal azucarado y tortilla de harina, no se encontraron referencias bibliográficas acerca del contenido de CPT en donde se evaluaran de forma similar a la de este estudio.

A pesar de que las leguminosas son uno de los principales grupos de alimentos fuente de antioxidantes (Rautiainen *et al.*, 2008), se encontraron muy pocas publicaciones con las que se pueda comparar el contenido de CPT en frijoles negros. En este estudio su contenido fue muy similar a lo publicado por Singh *et al.* (2013) y por Xu y Chang (2007).

Dentro del grupo de aceites y grasas se pudo resaltar que el chocolate en polvo, la nuez y el cacahuete natural forman parte de los alimentos fuente de antioxidantes de acuerdo con Wiseman *et al.* (2001). Siendo el chocolate un alimento muy rico en polifenoles (Scalbert y Williamson, 2000) e inclusive se conoce que posee valores superiores al de algunas frutas (Coronado *et al.*, 2015), coincidiendo con los resultados de este estudio en donde se observó que el chocolate obtuvo un valor superior a cualquier fruta analizada. En este mismo grupo, se pudo comparar exclusivamente al aguacate, cacahuete natural, chocolate en polvo y nuez con lo reportado en la literatura científica (Cruz *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2004; Cadena y Herrera, 2008) debido a que no se encontró información acerca del contenido de CPT en el aceite de soya y en cacahuete japonés.

8.4.2 Capacidad antioxidante en los alimentos

Dentro del grupo de frutas y verduras se ha propuesto que la mayor contribución para la CA se debe principalmente a los fitoquímicos (Chu *et al.*, 2002). En los alimentos analizados de este grupo se pudo apreciar que los valores de CA tanto por ABTS como por DPPH en cebolla, jitomate, lechuga, manzana, melón, naranja, pepino y plátano son similares a lo reportado en otros estudios (Chun *et al.*, 2005; Pellegrini *et al.*, 2003; Kevers *et al.*, 2007; Ramírez, 2013); sin embargo, para el caso de papaya y tomate verde no se encontraron estudios con los cuales se pueda comparar su CA debido a la diferencia de unidades reportadas.

En las frutas la mayor CA se encuentra en la cáscara siendo la cocción la causante de disminuir dicha actividad (Coronado *et al.*, 2015). En el presente estudio ésta variable no influyó ya que las frutas y verduras evaluadas generalmente son consumidas crudas a excepción del tomate verde.

La CA de productos hechos a base de cereales es igual o en algunos casos mayor al de las frutas y verduras (Miller *et al.*, 2000); tal como se pudo observar en el presente estudio. Los valores de CA por ABTS de arroz, pasta y tortilla de maíz resultaron semejantes a lo reportado por Finocchiaro *et al.* (2007), Ovando (2008) y Rodríguez (2013), asimismo la CA por DPPH de arroz, bolillo, cereal, pasta y tortilla de maíz fue

similar a lo publicado por Min *et al.* (2012), Miller *et al.* (2000), Ovando (2008) y Rodríguez (2013). Mientras que la CA por ABTS de bolillo y cereal, así como la CA por ABTS y DPPH de cereal azucarado, galletas saladas, pan de dulce y tortilla de harina, no pudieron ser comparadas debido a que en la literatura científica no se hallaron estudios respecto a la CA de estos alimentos.

En el caso de los alimentos procesados la CA también puede verse incrementada como consecuencia del desarrollo de nuevos componentes con potencial actividad antioxidante (Nayak *et al.*, 2013); especialmente en aquellos que sufren tratamientos térmicos prolongados donde se ha informado una recuperación del potencial antioxidante, a diferencia de los tratamientos cortos en donde se disminuye (Nayak *et al.*, 2013); como en el estudio realizado por Peñaloza-Espinosa *et al.* (2017) en donde se observó que la CA del pan aumentó con respecto del tiempo y temperatura utilizada para su preparación. En el presente estudio se pudo observar que los cereales tuvieron un aporte considerable de CA a pesar de ser alimentos procesados, teniendo valores parecidos e incluso superiores con aquellos que no lo fueron.

Respecto a las leguminosas, los datos obtenidos solo se pudieron comparar con lo reportado por González-Montesino (2009) para CA por ABTS, siendo similar el resultado en este estudio. Por otro lado, los resultados que arrojaron el aceite de soya, el aguacate y el chocolate en polvo para la CA medida por ABTS fueron parecidos a otros trabajos (Pellegrini *et al.*, 2003; Viluzca *et al.*, 2012), con excepción de cacahuate natural, cacahuate japonés y nuez. Para la CA por DPPH solo se encontró información sobre aguacate, cacahuate natural y nuez resultando parecidos a lo descrito por Moreno *et al.* (2014) y Abe *et al.* (2010).

Posteriormente al realizar la asociación entre los CPT y la CA medida por ABTS y DPPH, se pudo observar una correlación positiva media, lo que indica que los CPT influyen sobre la CA de los alimentos evaluados tal como se ha evidenciado en otras investigaciones (Saura-Calixto y Goñi, 2006; Morillas-Ruiz y Delgado-Alarcón, 2012; Nayak *et al.*, 2013; Pang *et al.*, 2017; Galani *et al.*, 2017).

8.5 Consumo de antioxidantes en adolescentes

Los alimentos tienen compuestos no nutritivos cuya actividad antioxidante es importante para el mantenimiento de la salud humana, siendo los polifenoles los principales. Actualmente, el conocimiento acerca de la biodisponibilidad, metabolismo e ingesta dietética de estos compuestos es incompleto o inexistente, por lo que no existen recomendaciones oficiales de consumo diario para la población en general (Williamson y Holst, 2008; Holt *et al.*, 2009; Saura-Calixto y Goñi, 2009), por lo tanto los resultados obtenidos en este trabajo serán comparados con los datos provenientes de otras investigaciones realizadas en adultos, usando como principal referente la dieta mediterránea, la cual ha sido considerada como una dieta protectora frente a una gran variedad de enfermedades por su alto contenido en frutas y verduras, además de ser de una de las pocas dietas en las que se ha determinado completamente el contenido de CPT y CA (Hervert-Hernández *et al.*, 2011).

8.5.1 Consumo de compuestos polifenólicos totales de la dieta

El contenido de CPT en la alimentación diaria de los adolescentes (1482.32 mg EAG/persona/día) tuvo valores muy similares e incluso superiores a los reportados por Saura-Calixto y Goñi (2006) quienes establecieron que la ingesta de polifenoles en la dieta mediterránea de la población española fue de 1171 mg EAG; sin embargo en el 2007 Saura-Calixto *et al.* reportaron que el consumo de polifenoles extraíbles en la dieta mediterránea fue de 1106.31 mg EAG/persona/día, donde las bebidas y aceites vegetales fueron los grupos de alimentos que tuvieron el mayor contenido de CPT seguidos de las frutas, leguminosas y nueces. A pesar de que los cereales no tuvieron un gran aporte de antioxidantes por sí solos, estos resultaron ser la principal fuente de polifenoles en la dieta mediterránea debido a la alta proporción de su consumo (Saura-Calixto *et al.*, 2007).

Por otra parte, el consumo promedio de CPT también ha sido evaluado en población española con alto riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares por medio del método HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), siendo éste de 820 mg/día, donde el grupo de frutas tuvo el mayor aporte con el 44% de los polifenoles consumidos, las verduras contribuyeron con un 12%, siendo muy similar a lo

encontrado en este estudio; mientras que las bebidas alcohólicas, los cereales, el aceite de oliva, las nueces y semillas, productos de cocoa y las leguminosas aportaron menos del 10% al consumo total. Al analizar los alimentos de manera individual, el café fue la principal fuente de polifenoles, seguido de la naranja, la manzana y el aceite de oliva (Tresserra-Rimbau *et al.*, 2012), coincidiendo con lo hallado en este estudio donde la manzana fue de los alimentos que mayor aporte de CPT tuvieron a la dieta.

En la presente investigación, el consumo de polifenoles fue superior a los datos reportados por los estudios antes mencionados, lo que se puede relacionar con un consumo adecuado de CPT en esta muestra de estudio. Esto puede explicarse con el hecho de que el contenido de fitoquímicos varía entre los alimentos, por lo que dos personas pueden tener un consumo similar de frutas o verduras y tener un consumo diferente de antioxidantes. Se ha encontrado que las frutas consumidas en México tienen un aporte mayor de polifenoles, que las que se incluyen en la dieta mediterránea (Hervert-Hernández *et al.*, 2011), tal como se puede observar en este estudio que a pesar de que el consumo de frutas y verduras en la muestra fue bajo, se tuvo un adecuado aporte de antioxidantes.

Coincidentemente con la bibliografía, los grupos de alimentos que aportaron mayor cantidad de CPT a la dieta fueron las frutas y verduras, seguido de los cereales y los aceites y grasas, aunque en diferentes proporciones. Además, el aporte de CPT derivados de aceites vegetales fue menor en comparación con la dieta mediterránea en donde el aceite de oliva es el mayormente consumido (Saura-Calixto y Goñi, 2006) mientras que en la muestra de estudio fue el aceite de soya.

Es importante destacar que al observar el consumo de polifenoles por alimentos, los frijoles fueron los que tuvieron el mayor aporte en toda la alimentación, seguido por la manzana y el plátano, lo que concuerda con lo previamente planteado de que los alimentos de origen vegetal frescos o mínimamente procesados aportan una gran variedad de antioxidantes, lo que también se ve reflejado en su CA, de ahí la importancia de incluir diferentes frutas y verduras de temporada en la alimentación diaria (Saura-Calixto y Goñi, 2006).

8.5.2 Capacidad antioxidante de la dieta

Los resultados de la CA medida por ABTS de la alimentación de los adolescentes estudiados (346.01 mg EAA/persona/día) fueron muy similares a los obtenidos por Saura-Calixto y Goñi (2006), quienes evaluaron la CA de la dieta mediterránea española por este mismo método, obteniendo el valor de 3549 $\mu\text{mol ET/persona/día}$, que al ser expresado en mg de ácido ascórbico corresponde a 370 mg EAA/persona/día (González-Montesino, 2009). No obstante, al evaluar las principales fuentes que contribuyeron a ésta capacidad, se pudo observar que existían diferencias, ya que, en la dieta mediterránea la mayor CA fue aportada por las bebidas con el 68%, seguido por el 20% de las frutas y verduras, el 8% de los frutos secos y leguminosas, y por último los cereales y aceites vegetales con las contribuciones más bajas (Saura-Calixto y Goñi, 2006); mientras que en la alimentación de los adolescentes del presente estudio, los cereales fueron la principal fuente con un 57%, seguido de las frutas y verduras (27%), y por el 8% que aportaron las leguminosas y los aceites y grasas.

A pesar de estas diferencias el aporte que tuvieron las frutas y las verduras en conjunto en la dieta mediterránea fue de 92.74 mg EAA/persona/día (Saura-Calixto y Goñi, 2006), cuyo resultado es similar al obtenido en ésta investigación y parecido al estudio realizado por Hervert-Hernández *et al.* (2011) en una muestra de mujeres adultas con obesidad de una comunidad rural del estado de Querétaro, México, donde se reportó que las frutas y verduras aportaban a la dieta 80.60 y 30.92 mg EAA/persona/día respectivamente (293.21 y 764.24 $\mu\text{mol ET/persona/día}$), cuya suma es de 111.52 mg EAA/persona/día. En otro estudio donde fue evaluada la dieta de adultos italianos, se determinó que su CA fue superior a lo encontrado anteriormente con 5000 $\mu\text{mol ET/persona/día}$ (527 mg EAA/persona/día), siendo las bebidas alcohólicas la mayor fuente de antioxidantes con un 45.2%, seguido por las frutas y jugos de fruta 5.3%, el café, el té y el chocolate 4.6%, los cereales 3.1% y por último las verduras, las legumbres, los aceites y la nuez con 0.3% (Brighenti *et al.*, 2005).

Los resultados de esta investigación no pudieron ser comparados con la recomendación realizada respecto a la CA por Prior *et al.*, (2007); en la cual se sugiere

consumir 4.60 μmol ET por caloría consumida en la dieta, debido a la diferencia en las metodologías empleadas y a las unidades reportadas.

Estas diferencias y similitudes en el aporte a la CA confirman que la contribución de cada alimento a la dieta está influenciada por su consumo en la población de estudio y por su CA de forma individual (Saura-Calixto y Goñi, 2006).

8.5.3 Relación del contenido de compuestos polifenólicos totales con la capacidad antioxidante

De acuerdo con los resultados del presente trabajo hubo una correlación positiva fuerte entre la cantidad de CPT y la CA, esto mismo se ha reportado en diferentes estudios (Saura-Calixto y Goñi, 2006; Morillas-Ruiz y Delgado-Alarcón, 2012; Nayak *et al.*, 2013; Pang *et al.*, 2017; Galani *et al.*, 2017), indicando que los CPT contribuyen en gran medida a la CA que otorgan los alimentos a la dieta de los adolescentes.

8.6 Asociación entre indicadores antropométricos y consumo de antioxidantes

Por último al analizar la correlación entre los indicadores antropométricos, IMC y %GC, con el consumo de antioxidantes en la dieta de los adolescentes, se encontró una correlación muy débil, lo que difiere de los resultados obtenidos por Puchau *et al.* (2010), donde se encontró que el consumo de antioxidantes estaba inversamente asociado con el %GC y el IMC, sin embargo este hallazgo se dio especialmente en adolescentes con obesidad.

El consumo de antioxidantes en los adolescentes ha sido un tema poco estudiado, especialmente en México, a pesar de los beneficios que estos compuestos han demostrado aportar a la salud; por lo que esta investigación permitió generar una primera aproximación sobre éste tema. Este uno de los pocos estudios en donde se ha determinado el contenido de CPT y CA en varios grupos de alimentos de la dieta mexicana; destacando los datos obtenidos de bolillo, pan de dulce, cereal, cereal azucarado, cacahuate japonés, tortilla de harina y galletas saladas, los cuales a pesar de ser alimentos de consumo frecuente en la muestra no se encontraron datos en la bibliografía para ser comparados.

9. CONCLUSIONES

La ingesta de los grupos de alimentos que aportan antioxidantes a la dieta de la muestra de estudio fue insuficiente y poco variada, siendo la tortilla de maíz, la manzana, el pan de dulce, el cereal azucarado, las galletas saladas y el tomate verde, los alimentos que se consumieron con mayor frecuencia. Además, no hubo diferencias significativas en el consumo de la mayoría de los alimentos evaluados entre hombres y mujeres, a excepción del pan de dulce, las galletas saladas, la nuez, el bolillo, la tortilla de maíz, la tortilla de harina y el plátano, cuya ingesta fue mayor en los hombres. Por lo anterior la hipótesis de investigación planteada queda parcialmente respondida.

Los alimentos que tuvieron mayor contenido de CPT fueron la nuez, el chocolate en polvo, el aguacate, el cacahuate japonés y el cacahuate natural. No obstante, los grupos que tuvieron el mayor aporte de CPT a la dieta fueron las frutas y verduras, seguido de los cereales; siendo los alimentos con el aporte más alto los frijoles, la manzana, el plátano y la papaya.

Para la CA medida por ABTS los alimentos que presentaron valores superiores fueron la nuez, la pasta y el chocolate en polvo, sin embargo, el grupo de los cereales fue la principal fuente en la dieta seguido de las frutas y verduras. La pasta, los frijoles y la cebolla fueron los alimentos que aportaron la mayor CA por este método a la dieta.

La nuez, el chocolate en polvo, el bolillo, la tortilla de maíz y el arroz fueron los alimentos que presentaron la mayor CA medida por DPPH. En cuanto a su aporte a la dieta el grupo de los cereales también fue la principal fuente seguido de las frutas y verduras, donde sobresalieron la tortilla de maíz, el arroz, el bolillo y la manzana.

Tal como se ha observado en otros estudios, el consumo de CPT está estrechamente asociado de forma positiva con la CA de los alimentos evaluados en esta investigación.

Debido a la falta de estudios sobre la ingesta de antioxidantes en la dieta completa no existe una IDR para el consumo de antioxidantes en la población, por lo que se utilizó a la dieta mediterránea como principal referente, encontrando que a pesar de la inadecuada ingesta de los diferentes grupos de alimentos fuente de antioxidantes, los

adolescentes tuvieron un consumo de CPT y de CA similar a los valores reportados para esta dieta.

De acuerdo con el IMC la prevalencia conjunta de sobrepeso y obesidad en la muestra de estudio fue alta, siendo muy semejante a lo encontrado en las estadísticas nacionales, además, de que un poco más de la mitad se clasificó con obesidad con base en su %GC; por lo que se deben tomar medidas preventivas para evitar complicaciones a corto y largo plazo. Asimismo, en esta investigación se encontró una asociación muy débil entre los indicadores antropométricos y el consumo de antioxidantes, por lo que se sugiere la realización de más estudios en donde se relacionen estos indicadores con el consumo de antioxidantes para obtener datos más certeros.

10. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

- A pesar de que el CFCA utilizado fue previamente validado para la muestra estudiada, no fue diseñado para evaluar el consumo de antioxidantes específicamente, por lo que esta evaluación podría ser imprecisa.
- Estos resultados no pueden ser generalizados a toda la población debido a que la muestra fue no probabilística.
- La comparación de los resultados de la CA y el contenido de CPT con otros autores resultó ser complicada debido a las diferencias metodológicas que existen en las técnicas de extracción y determinación, las unidades de medición e incluso los tiempos de espera.
- Existen diversas variables difíciles de controlar que influyen en el contenido de antioxidantes en los alimentos, sobre todo en aquellos de origen vegetal, tales como el género, especie, grado de maduración, zona geográfica e inclusive el clima.
- En este estudio solo se evaluaron los polifenoles extraíbles de los alimentos, sin considerar los polifenoles no extraíbles que han demostrado tener un considerable poder antioxidante.
- La falta de una IDR de antioxidantes dificulta el análisis de los datos, al no poderse determinar si el consumo fue adecuado y suficiente para los requerimientos de este grupo de edad.
- Se sugiere que se realicen más estudios sobre el consumo de antioxidantes en la dieta mexicana, para que de esta manera, se generen más conocimientos sobre el contenido de CPT y CA en los alimentos consumidos por la población, así como para que se puedan instaurar una IDR para el consumo de ellos en los diferentes grupos de edad.
- Es importante que en estudios posteriores se realicen pruebas de bioaccesibilidad de los antioxidantes evaluados, ya que en esta investigación solo se cuantificaron los antioxidantes que aportan los alimentos a la dieta, desconociendo cual es la cantidad que es aprovechada por el organismo y que tienen los efectos benéficos para la salud.
- De acuerdo con los resultados de este trabajo se recomienda diseñar programas de intervención para promover el consumo de alimentos fuente de antioxidantes de una manera más equilibrada en este grupo etario.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abe, L. T., Lajolo, F. M., y Genovese, M. I. 2010. Comparison of phenol content and antioxidant capacity of nuts. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 30(Supl.1): 254-259.
- Acosta-Berrelleza, N., Guerrero-Lara, T., Murrieta-Miramontes, E., Alvarez-Bastidas, L., Valle-Leal, J. 2017. Niveles de presión arterial en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad en el noroeste de México. *Enfermería Universitaria*. 14(3): 170-175.
- Agudo, A., Cabrera, L., Amiano, P., Ardanaz, E., Barricarte, A., Berenguer, T., Chirlaque, M. D., Dorronsoro, M., Jakszyn, P., Larranaga, N., Martinez, C., Navarro, C., Quiros, J. R., Sanchez, M.J., Tormo, M. J., y Gonzalez, C. A. 2007. Fruit and vegetable intakes, dietary antioxidant nutrients, and total mortality in Spanish adults: findings from the Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Spain). *Am. J. Clin. Nutr.* 85: 1634-42.
- Aguirre-Joya, J. A., Zugasti-Cruz, A., Belmares-Cerda, R., Aguilar, C. N., De la Garza-Toledo, H. 2012. Actividad antioxidante de algunas plantas tropicales, subtropicales y semidesérticas. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*. 4(7): 1-7.
- Ahmad, N., Gupta, S., y Mukhtar, H. 2000. Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate differentially modulates nuclear factor kappa B in cancer cells versus normal cells. *Arch. Biochem. Bioph.* 376: 338-346.
- Ahmed, Z.S. y Abozed, S.S. 2015. Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with Hibiscus sabdariffa by-product. *Journal of Advanced Research*. 6: 79–87.
- Alonso, A. M., Guillén, D. A., Barroso, C. G., Puertas, B., y García, A. 2002. Determination of antioxidant activity of wine by products and its correlation with polyphenolic content. *J. Agric. Food. Chem.* 50: 5832-5836.
- Alvarenga, R. B. 2015. Determinación del patrón de consumo de alimentos y estado nutricional en jóvenes de 13 a 17 años de edad del instituto San Antonio de Oriente (El Jicarito), San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras 2015. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras

- Ames, B. N. 1998. The free radical theory of aging matures. *Physiol Rev.* 78: 547-581.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18va edición. Gaithersburg. MD: AOAC international.
- Arranz, S. y Saura-Calixto, F. 2010. Analysis of polyphenols in cereals may be improved performing acidic hydrolysis: A study in wheat flour and wheat bran and cereals of the diet. *Journal of Cereal Science* 51: 313-318.
- Arts, I. C., Jacobs, D. R., Harnack, L. J., Gross, M., y Folsom, A. R. 2001. Dietary catechins in relation to coronary heart disease death among postmenopausal women. *Epidemiology.* 12: 668-675.
- Atmaca, A., Kleerekoper, M., Bayraktar, M., y Kucuk, O. 2008. Soy isoflavones in the management of postmenopausal osteoporosis. *Menopause.* 15: 748-757.
- Ávila, H. R., Porta, M. L. y Caraveo V.E. 2015. Evaluación del estado de nutrición. En: *Nutriología Médica.* 4ta Edición. M. Kaufer-Horwitz, A.B Pérez-Lizaur, P. Arroyo. Médica Panamericana. México, D.F. pp: 145.
- Badui, D.S. 2006. Agua. En: *Química de los alimentos.* 4ta edición. Pearson Education. México. pp: 3, 21 y 23.
- Balsano, C. y Alisi, A. 2009. Antioxidant effects of natural bioactive compounds. *Current Pharmaceutical Design.* 15(26): 3063-3073.
- Barriguete, M. J. A., Vega, L. S., Radilla, V. C., Barquera, C. S., Hernández, N. L., Rojo-Moreno, L., Vázquez, C. A., y Ernesto, M. J. 2017. Hábitos alimentarios, actividad física y estilos de vida en adolescentes escolarizados de la ciudad de México y del Estado de Michoacán. *Rev. Esp. Nutr. Comunitaria.* 23(1).
- Benzie, I. F. F. 2000. The evolution of antioxidant defence mechanisms. *European Journal of Nutrition.* 39: 59-61.
- Benzie, I. F. F. 2003. Evolution of dietary antioxidants. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A.* 136: 113-126.
- Brighenti, F., Valtueña, S., Pellegrini, N., Ardigó, D., Del Rio, D., Salvatore, S., Piatti, P., Serafini, M., y Zavaroni, I. 2005. Total antioxidant capacity of the diet is inversely and independently related to plasma concentration of high-sensitivity C-reactive protein in adult Italian subjects. *British Journal of Nutrition.* 93: 619-625.

- Burrows A. R., Leiva Ba. L., Weistaub, G., Ceballos Sb. X., Gattas Zc. V., Lera Md. L., y Albala B. C. 2007. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. *Rev Méd Chile*. 135: 174-181.
- Butterfield, D. A., Perluigi, M., y Sultana, R. 2006. Oxidative stress in Alzheimer's disease brain: New insights from redox proteomics. *Eur. J. Pharmacol.* 545: 39-50.
- Cadena, T. C., y Herrera, Y. M. A. 2008. Evaluación del efecto del procesamiento del cacao sobre el contenido de polifenoles y su actividad antioxidante (Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Química). Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- Canturi-Castelvetri, I., Shukitt-Hale, B., y Joseph, J. A. 2000. Neurobehavioral aspects of antioxidant in aging. *Int. J. Develop. Neur.* 18:367-381.
- Carmuega, E. y Durán, P. 2000. Valoración del estado nutricional en niños y adolescentes. *Boletín CESNI*. pp: 3-24.
- Cardoso-Saldaña, G., Yamamoto-Kimura, L., Medina-Urrutia, A., Posadas-Sánchez, R., Caracas-Portilla, N., y Posadas-Romero, C. 2010. Exceso de peso y síndrome metabólico en adolescentes de la Ciudad de México. *Arch Cardiol Mex.* 80 (1):12-18.
- Casanueva, E., Roselló-Soberón, M. E. y Unikel, C. 2008. Alimentación y nutrición del adolescente. En: *Nutriología médica*. 3ra Edición. (ed) E. Casanueva, M. Kaufer-Horwitz, A. B. Pérez-Lizaur y P. Arroyo. Médica Panamericana, México. pp: 119 - 121.
- Castañeda-Sánchez, O., Rocha- Díaz, J.C. y Ramos-Aispuro M.G. 2008. Evaluación de los hábitos alimenticios y estado nutricional en adolescentes de Sonora, México. *Archivos en Medicina Familiar*. 10(1): 7-11.
- Chelikani, P., Fita, I., y Loewen, P. C. 2004. Diversity of structures and properties among catalases. *Cell. Mol. Life. Sci.* 61(2): 192-208.
- Chu, Y. F., Sun, J., Wu, X., y Liu, R. H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *J Agric Food Chem.* 50(23): 6910-6.
- Chun, O. K., Kim, D. O., Smith, N., Schroeder, D., Han, J. T., y Lee, C. Y. 2005. Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *J Sci Food Agric.* 85:1715–1724.

- Chung, C. P., Titova, D., Oeser, A., Randels, M., Avalos, I., Milne, G. L., Morrow, J. D., y Stein, C. M. 2009. Oxidative stress in fibromialgia and its relationship to symptoms. *Clin. Reumatol.* 28: 435-438.
- Codoner-Franch, P., Boix-Garcia, L., Simo-Jorda, R., Del Castillo-Villaescusa, C., Maset-Maldonado, J., y Valls-Belles, V. 2009. Is obesity associated with oxidative stress in children?. *Int. J. Pediatr. Obes.* 5: 1-8.
- Corder, R., Mullen, W., Khan, N. Q., Marks, S. C., Wood, E. G., Carrier, M. J., y Crozier, A. 2006. Oenology: Red wine procyanidins and vascular health. *Nature.* 444: 566.
- Coronado, M. H., Vega, S. L., Gutiérrez, R. T. Vázquez M. F. y Radilla C. V. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev Chil Nutr.* 42(2): 206-212.
- Cruz, E., Dueñas, M., García, L., Salinas, Y., Santos, C., y García, C. 2015. Anthocyanin and phenolic characterization, chemical composition and antioxidant activity of chagalopi (*Ardisia compressa* K.) fruit: A tropical source of natural pigments. *Food Research International.* 70: 151-157.
- Curi, P. N., Carvalho, C. S., Salgado, D. L., Pio, R., Silva, D. F., Pinheiro, A. M., y Souza, V. R. 2018. Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. *Food Sci. Technol.* 38(1): 112-119.
- Dandona, P., Aljada, A. y Bandyopadhyay, A. 2004. Inflammation: The link between insulin resistance, obesity and diabetes. *Trends Immunol,* 25:4–7.
- Dhalla, N., Temsah, R. N., y Netticadan, T. 2000. Role of oxidative stress in cardiovascular disease. *J. Hypert.* 18: 655-673.
- Dini, E. G. y Henríquez, G. P. 2009. Evaluación del estado nutricional. En: *Nutrición Pediátrica.* 1era Edición. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Médica Panamericana. Caracas, Venezuela. pp: 62 - 69.
- Einhorn, D., Reaven, G. M., Cobin, R. H., *et al.* 2003. American College of Endocrinology position statement on the insulin resistance syndrome. *Endocr Pract.* 9:237–252.
- Elhassaneen, Y., Ragab, S., y Mashal, R. 2016. Improvement of bioactive compounds content and antioxidant properties in crackers with the incorporation of prickly pear and potato peels powder. *International Journal of Nutrition and Food Sciences.* 5(1): 53-61.

- Escudero-Lourdes, G. V., Morales-Romero, L. V., Valverde-Ocaña, C., y Velasco-Chávez, J. F. 2014. Riesgo cardiovascular en población infantil de 6 a 15 años con obesidad exógena. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 52 (Supl 1): 58-63.
- Estrada-Reyes, R., Ubaldo-Suárez, D., y Araujo-Escalona, A. G. 2012. Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central. *Salud Mental.* 35: 375-384.
- FAO. Evaluación nutricional.
Dirección: <http://www.fao.org/nutrition/evaluacion-nutricional/es/>. Actualización: 2018.
Acceso: 07/05/2018.
- FAO/OMS/UNU. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation.
Dirección: <http://www.fao.org/3/a-y5686e.pdf>. Actualización: 2001. Acceso: 29/06/2018.
- Ferrari, R., Guardigli, G., Mele, D., Percoco, G., Ceconi, y Curello, S. 2004. Oxidative stress during myocardial ischaemia and heart failure. *Curr. Pharm. Design.* 10: 1699-1711.
- Finocchiaro, F., Ferrari, B., Gianinetti, A., Dall'Asta, C., Galaverna, G., Scazzina, F., y Pellegrini, N. 2007. Characterization of antioxidant compounds of red and white rice and changes in total antioxidant capacity during processing. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 1006–1019.
- Flora, S. 2009. Structural Chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloid exposure. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2(4): 191-206.
- Förstermann, U. 2008. Oxidative stress in vascular disease: Causes, defense, mechanisms and potencial therapies. *Nat. Clin. Pract. Cardio. Med.* 5: 338-349.
- Fujimoto, N., Sueoka, N., Sueoka, E., Okabe, S., Suganuma, M., Harada, M., y Fujiki, H. 2002. Lung cancer prevention with (-)-epigallocatechin gallate using monitoring by heterogeneous nuclear ribonucleoprotein. B1. *Int. J. Oncol.* 20: 1233-1239.
- Fulop, T., Tessier, T., y Carpentier, A. 2006. The metabolic syndrome. *Phatol. Biol. Paris.* 54: 375-386.
- Galani, J., Patel, J., Patel, N., y Talati, J. 2017. Storage of fruits and vegetables in refrigerator increases their phenolic acids but decreases the total phenolics,

anthocyanins and vitamin C with subsequent loss of their antioxidant capacity. *Antioxidants*. 6(59): 2-19.

- Galvan-Portillo, M. V., Wolff, M. S., Torres-Sánchez, L. E., López-Cervantes, M., y López-Carrillo, L. 2007. Assessing phytochemical intake in a group of mexican women. *Salud pública de México*. 49, 126-131.
- Genestra, M. 2007. Oxyl radicals, redox-sensitive signaling cascades and antioxidants. *Cell. Signal*. 19: 1807-1819.
- Gómez, E. Balance energético y cálculo de requerimientos de energía.
Dirección:
https://www.researchgate.net/publication/324090497_BALANCE_ENERGETICO_Y_CALCULO_DE_REQUERIMIENTOS_DE_ENERGIA_Componentes_del_gasto_energetico_requerimiento_de_energia_por_etapa_de_la_vida_estimacion_del_gasto_energetico. Actualización: 2018. Acceso: 20/09/2018.
- González-Montesino, D. R. 2009. Capacidad antioxidante y aporte de polifenoles de la dieta macrobiótica implementada en el Instituto Finlay (Tesis de Maestría). Universidad de la Habana, Cuba.
- Gutiérrez, D., Ortiz, C., y Mendoza, A. 2008. Medición de fenoles y actividad antioxidante en malezas usadas para alimentación animal. Simposio de Metrología, 108-112.
- Halliwell, B. 1995. Antioxidant characterization methodology and mechanism. *Biochem. Pharmacol*. 49(10): 1341-1348.
- Halliwell, B., y Gutteridge, J. M. 2007. *Free radicals in biology and medicine*. Oxford University Press, Oxford, USA.
- Haua, N. K. 2010. D: Alimentación: Estrategias de evaluación. En: *El ABCD de la nutrición*. McGrawHill. México. pp: 235 - 236.
- Heras, V. S. 2015. Capacidad antioxidante de la dieta española (trabajo fin de grado). Facultad de farmacia. Universidad Complutense.
- Hernández-Ávila, M., Gutiérrez, J. P., y Reynoso-Noverón, N. 2013. Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Salud Publica Mex*. 55 (Supl 2): 129-136.

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Gallardo, Baptista-Lucio, P. 2012. Diseños experimentales de investigación, preexperimentos, experimentos “verdaderos” y cuasiexperimentos. En: *Metodología de la investigación*. McGraw Hill. pp: 138-141.
- Hervert-Hernández, D., García, O. P., Rosado, J. L., y Goñi, I. 2011. The contribution of fruits and vegetables to dietary intake of polyphenols and antioxidant capacity in a Mexican rural diet: Importance of fruit and vegetable variety. *Food. Res. Int.* 44: 1182-1189.
- Holt, M. E., Steffen, M. L., Moran, A., Basu, S., Steinberger, J., Ross, A. J., Hong, C-P., y Sinaiko, R. A. 2009. Fruit and Vegetable Consumption and Its Relation to Markers of Inflammation and Oxidative Stress in Adolescents. *J. Am. Diet. Assoc.* 109: 414-421.
- IDF. 2006. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. IDF Communications: 1-16.
- Jenner, P., y Jenner, P. 2009. Oxidative stress as a cause of Parkinson’s disease. *Acta. Neurol. Scand.* 84: 6-15.
- Jennings, P. E., Jones, A. F., Florkowski, C. M., Lunec, J., y Barnett, A. H. 2009. Increase diane conjugates in diabetic subjects with microangiopathy. *Diabet. Med.* 4: 452-456.
- Kaufer-Howirtz, M. y Toussaint, G. 2008. Indicadores antropométricos para la evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 65(6): 502-518.
- Kevers, C., Falkowski, M., Tabart, J., Defraigne, J. O., Dommès, J., y Pincemail, J. 2007. Evolution of Antioxidant Capacity during Storage of Selected Fruits and Vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 55: 8596–8603.
- Kharb, S., y Singh, V. 2004. Nutraceuticals in health and disease prevention. *Indian Journal of Clinical Biochemistry.* 19(1): 50-53.
- Kremer F. A. L., y Fialho, E. 2009. Polyphenol availability in fruits and vegetables consumed in Brazil. *Rev Saúde Pública.* 43(2): 1-8.
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A., Mancino-Filho, J., y Feet, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia e Tecnología de alimentos,* 25(4): 723–732.
- Landete, J. M. 2013. Dietary Intake of Natural Antioxidants: Vitamins and Polyphenols. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 53: 706-721.

- Lizarzaburu, R. J. 2013. Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *An Fac med.* 74(4):315-20.
- Ma, D. F., Quin, L. Q., Wang, P. Y., y Katoh, R. 2008. Soy isoflavone intake inhibits bone resorption and stimulates bone formation in menopausal women: meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur. J. Clin. Nutr.* 62: 155-161.
- Macedo-Ojeda, G., Bernal-Orozco, M.F., López-Uriarte, P., Hunot, C., Vizmanos, B. y Rovillé-Sausse, F. 2008. Hábitos alimentarios en adolescentes de la Zona Urbana de Guadalajara, México. *Antropo.* 16: 29-41.
- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, S. A., Jebb and Prentice, A. M. 2006. Body fat reference curves for children. *Int. J. Obes.* 30: 598-602.
- Manach, C., Mazur, A., y Scalbert, A. 2005. Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. *Curr. Opin. Lipid.* 16: 77-84.
- Marín, C.A., Sánchez, R.G. y Maza, R.L. 2013. Prevalencia de obesidad y hábitos alimentarios desde el enfoque de género: el caso de Dzutóh, Yucatán, México. *Estudios sociales México* 44. 22(4):64-90.
- Mario S, Kann L, Kinchen S, Razeghi G, Contreras A. Encuesta mundial de salud escolar. Resultados. El Salvador 2013. Ministerio de Salud Atención Integral de la Salud de Adolescentes y Jóvenes. 2013. Dirección: https://www.salud.gob.sv/archivos/comunicaciones/archivos_comunicados_2015/pdf/Encuesta_mundial_salud_escolar_el_salvador2014.pdf. Actualización: 2013. Acceso: 18/07/2018.
- Martín-Aragón, S., y Marcos, E. 2008. Nutrifarmacia. La nutrición en el adolescente. *Farmacia profesional.* 22(10): 42-47.
- Martín-Moreno, J.M., Gorgojo, L. 2007. Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Rev. Esp. Salud. Pública.* 81:507-518.
- Marugán, J. M., Monasterio, L. C. y Pavón P. B. 2010. Alimentación en el adolescente. En: *Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica SEGHP-AEP.* Ergón, Madrid. pp: 307 - 312.
- Mataix, V. J. 2008. Evaluación del estado nutricional. Visión general. En: *Tratado de nutrición y alimentación.* (ed) J. V. Mataix. Editorial OCEANO, España. pp: 958.

- Mataix, V. J. y Aranceta, M. L. 2008. Valoración del estado nutricional. En: *Tratado de nutrición y alimentación*. (ed) J. V. Mataix. Editorial OCEANO, España. pp: 974 – 985.
- Mataix, V. J. y González, G. J. 2008. Nutrición y actividad física. En: *Tratado de nutrición y alimentación*. (ed) Mataix, J. V. Editorial OCEANO, España. pp: 1238.
- Mataix, V. J. y Martínez, C. C. 2008. Adolescencia. En: *Tratado de nutrición y alimentación*. (ed) J. V. Mataix. Editorial OCEANO, España. pp: 1142 - 1155.
- Mendoza-López, E. Y., Zavala-Ibarra, V., Sánchez-González, M. V., López-Correa, S. M., y Carranza-Madrigal, J. 2016. Detección de diabetes mellitus en adolescentes con sobrepeso y obesidad. *Med Int Méx.* 32(1): 9-13.
- Mercado-Mercado, G., Rosa-Carrillo, L. de la, Wall-Medrano, A., López-Díaz, J. A., y Álvarez-Parrilla, E. 2013. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutr Hosp.* 28(1):36-46.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A., y Kanter, M. 2000. Antioxidant Content of Whole Grain Breakfast Cereals, Fruits and Vegetables. *Journal of the American College of Nutrition.* 19(Supl 3): 312S-319S.
- Min, B., Gu, L., McClung, A. M., Bergman, C. J., y Chen, M-H. 2012. Free and bound total phenolic concentrations, antioxidant capacities, and profiles of proanthocyanidins and anthocyanins in whole grain rice (*Oryza sativa* L.) of different bran colours. *Food Chemistry.* 133: 715–722.
- Molnar, D., Decsi, T., y Koletzko, B. 2004. Reduced antioxidant status in obese children with multimetabolic syndrome. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 28: 1197-1202.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl – hydrazyl (DPPH) for the estimating antioxidant activity. *SJST.* 26: 211-219.
- Mora-Rochin, S., Gutiérrez-Urbe, J. A., Serna-Saldivar, S. O., Sánchez-Peña, P., Reyes-Moreno, C., y Milán-Carrillo, J. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of tortillas produced from pigmented maize processed by conventional nixtamalization or extrusion cooking. *Journal of Cereal Science.* 52: 502-508.
- Morales, F.J. y Jiménez-Pérez, S. 2001. Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to color and fluorescence. *Food Chemistry.* 72:1119-1125.
- Moreno, E., Ortiz, B. L., y Restrepo, L. P. 2014. Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Rev. Colomb. Quim.* 43(3): 41-48.

- Morillas-Ruiz, J. M., y Delgado-Alarcón, J. M. 2012. Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutr. clín. diet. Hosp.* 32(2): 8-20.
- Moylan, J. S., y Reid, M. B. 2007. Oxidative stress, chronic disease, and muscle wasting. *Muscle Nerve.* 35: 411-429.
- Navarro-González, I., Periago, M.J. y García-Alonso, F.J. 2017. Estimación de la capacidad antioxidante de los alimentos ingeridos por la población española. *Rev Chil Nutr.* 44(2): 183-188.
- Nayak, B., Hai Liu, R, y Tang, J. 2013. Effect of Processing on Phenolic Antioxidants of Fruits, Vegetables, and Grains—A Review: 887-918.
- NCEP. 2002. Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Reporte final. *Circulation* 106: 3143–3421.
- Nomura, M., Ma, W., Chen, N., Bode, A. M., y Dong, Z. 2000. Inhibition of 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate-induced NF-kappaB activation by tea polyphenols, (-)-epigallocatechin gallate and theaflavins. *Carcinogenesis.* 21:1885-1890.
- NOM-043. 2012. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
- OMS. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO Consultation. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva, Switzerland.
Dirección: http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO_NCD_NCS_99.2.pdf. Actualización: 1999. Acceso: 22/05/2018.
- OMS. Desarrollo en la adolescencia.
Dirección: http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/. Actualización: 2017. Acceso: 21/09/2017.
- OMS. Growth reference data for 5-19 years. Ginebra.
Dirección: <http://www.who.int/growthref/en/>. Actualización: 2007. Acceso: 25/01/2018.

- OMS. Fomento del consumo mundial de frutas y verduras.
Dirección: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>. Actualización: 2018. Acceso: 04/07/2018.
- OMS. 1995. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee Technical Report Series No. 854. Geneva: World Health Organization.
- Ortiz- Hernández, L. y Gómez-Tello, B.L. 2008. Food consumption in Mexican adolescents. *Rev Panam Salud Publica*. 24(2):127–35.
- Ovando, M. M. 2008. Pasta adicionada con harina de plátano: digestibilidad y capacidad antioxidante (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Morelos.
- Padilla, J. 2014. Relación del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en jóvenes venezolanos. *Rev. Ib. CC. Act. Fis. Dep.* 3(1): 27-33.
- Pang, Y., Ahmed, S., Xu, Y., Beta, T., Zhu, Z., Shao, Y., y Bao, J. 2017. Bound phenolic compounds and antioxidant properties of whole grain and bran of white, red and black rice. *Food Chemistry*. 240: 212-221.
- Patthamakanokporn, O., Puwastien, P., Nitithamyong, A., y Sirichakwal. P. 2008. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *J. Food. Composition. Analysis*. 21: 241-8.
- Pellegrini, P., Serafini, M., Colombi, B., del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F. 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J. Nutr.*, 133: 2812-2819.
- Peñaloza-Espinosa, J., Salgado-Cruz, M. P., Chanona-Pérez, J. J, y Calderón-Domínguez, G. 2017. Efecto de las condiciones de horneado sobre el desarrollo de color y su relación con la capacidad antioxidante en pan dulce. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2: 8-14.
- Peng, C., Wang, X., Chen, J., Jiao, R., Wang, L., Yuk Man Li, Zuo, Y., Liu, Y., Lei, L., Ka Ying Ma, Huang, Y., y Chen, Z. 2014. Biology of Ageing and Role of Dietary Antioxidants. *BioMed Res. Int*: 1-13.
- Pérez, A. L., Palacios, B. C., Castro, A. B., y Flores, I. G. 2014. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. 4ta Edición. Fomento de Nutrición y Salud. Ogali. México.

- Pérez-Islas, J. E. 2016. Reproducibilidad y validez de un cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos para adolescentes (Tesis de maestría). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo, México.
- Petchetti, L., Frishman, W. H., Petrillo, R., y Raju, K. 2007. Nutraceuticals in cardiovascular disease: psyllium. *Cardiology in Review*. 15(3): 116-122.
- Prior, R. L., Gu, L., Wu, X., Jacob, R.A., Sotoudeh, G., Kader, A., Cook, R.A. 2007. Plasma antioxidant capacity changes following a meal as a measure of the ability of a food to alter in vivo antioxidant status. *J Am Coll Nutr* ; 26: 170-181.
- PROFECO. Procuraduría Federal del Consumidor. 2010. Estudio de calidad: aceites vegetales comestibles. La sartén por el mango. *Revista del consumidor en línea*: 36-48.
- Proteggente, A. R., Pannala, A. S., Paganga, G., van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., van de Put, F., Dacombe, C., y Rice-Evans, C. A. 2002. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free. Radical. Res*. 36: 217-233.
- Puchau, B., Ochoa, M. C., Zulet, M. A., Marti, A., Martínez, J. A., y Members, G. 2010. Dietary antioxidant capacity and obesity in children and adolescents. *Int. J. Food. Sci. Nutr*. 61(7): 713-21.
- Rautiainen, S., Serafini, M., Morgenstern, R., Prior, R. L., y Wolk, A. 2008. The validity and reproducibility of food-frequency questionnaire-based total antioxidant capacity estimates in Swedish women. *Am. J. Clin. Nutr*. 87: 1247-1253.
- Ramírez, J. P. A. 2013. Influencia de las técnicas culinarias sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en hortalizas de la dieta mediterránea. Para optar al grado de Doctor por la Universidad de Granada.
- Ravasco, P., Anderson, H., y Mardones, F. 2010. Métodos de valoración del estado nutricional. *Nutr. Hosp.* (Supl. 3) 25: 57-66.
- Real Academia Española. Edad.
Dirección: <http://dle.rae.es/?id=EN8xfff>. Actualización: 2018. Acceso: 12/03/2018.
- Rockenbach, I. I., Rodrigues, E., Cataneo, C., Gonzaga, L. V., Lima, A., Mancini-Filho, J., y Fett, R. 2008. Phenolic acids and antioxidant activity of *Physalis peruviana* L. *Alimentos e Nutrição*. 19: 271-276.

- Rodríguez, C. M., García, A. A., Salinero, J.J., Pérez, G.B., Sánchez, F.J., Gracia, R., Robledo, S. e Ibáñez, M. R. 2012. Calidad de la dieta y su relación con el IMC y el sexo en adolescentes. *Nutr. clín. diet. hosp.* 32(2): 21-27.
- Rodríguez, L. M. 2013. Evaluación de propiedades fisicoquímicas y nutraceuticas de harina y tortilla elaboradas con un proceso de nixtamalización ecológica (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Querétaro.
- Santos-Buelga, C., y Scalbert, A. 2000. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J. Food. Sci. Agric.* (in press).
- Sartório, C. L., Fraccarollo, D., Galuppo, P., Leutke, M., Ertl, G., S Stefanon, I., y Bauersachs, J. 2007. Mineralocorticoid receptor blockade improves vasomotor dysfunction and vascular oxidative stress early after myocardial infarction. *Hypertension.* 50: 919-925.
- Saucedo-Molina, T. J., Rodríguez, T. J., Oliva, L. A. M., Villarreal, M. C., León, R. C. H., y Fernández, T. L. C. 2015. Relación entre el índice de masa corporal, la actividad física y los tiempos de comida en adolescentes mexicanos. *Nutr. Hosp.* 32(3):1082-1090.
- Saura-Calixto, F., y Goñi, I. 2006. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food. Chem.* 94: 442-447.
- Saura-Calixto, F., y Goñi, I. 2009. Definition of the Mediterranean Diet Based on Bioactive Compounds. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49(2): 145-152.
- Saura-Calixto, F., Pérez-Jiménez, J., y Goñi, I. 2010. Dietary fiber and associated antioxidants in fruit and vegetables. En: *Fruit and vegetable phytochemicals.* (ed) L. A. De la Rosa, E. Álvarez-Parrilla y G. A. González-Aguilar, India. pp. 223-234.
- Saura-Calixto, F., Serrano, J., y Goñi, I. 2007. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food. Chemistry.* 101: 492-501.
- Scalbert, A., Manach, C., Moran, C., R´emesy, C., y Jiménez, L. 2005. Dietary polyphenols and the prevention of disease. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 45: 287-306.
- Scalbert, A., y Williamson, G. 2000. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *J. Nutr.* 130: 2073S-2085S.

- Schächinger, V., Britten, M. B., y Zeiher, A. M. 2000. Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse long-term outcome of coronary heart disease. *Circulation*. 101: 1899-1906.
- Schwartz, C. J., Valente, A. J., Sprague, E. A., Kelley, J. L., y Nerem, R. M. 2009. The pathogenesis of atherosclerosis: An overview. *Clinical. Cardiol.* 14: 1-16.
- Shamah-Levy, T., Cuevas-Nasu, L., Rivera-Dommarco, J., y Hernández-Ávila, M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016). Informe final de resultados. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), 2016.
- Singh, G. H., Sharma, P., Gupta, N. I., y Wani, A. 2013. Antioxidant properties of legumes and their morphological fractions as affected by cooking. *Food Sci. Biotechnol.* 22(1): 187-194.
- Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. 2001. Mediciones básicas. En: *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*. 1ra Edición. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. Australia. pp: xxxvi
- Sroka, J. y Madeja, Z. 2009. Reactive oxygen species in regulation of cell migration. The role of thioredoxin reductase. *Postepy Biochemii*. 55(2): 145-152.
- Suárez-Varela, M.M., Ruso, J.C., Micó, G.A., Llopis, A.L. 2014. Valoración del patrón alimentario en adolescentes españoles en zona mediterránea y atlántica: un estudio piloto. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 20(3): 85-90.
- Suverza, F.A. 2010. Antropometría y composición corporal. En: *El ABCD de la evaluación del estado de nutrición*. (ed) A. Suverza y K. Haua. McGrawHill, México. Pp:29-172.
- Tejada, N. C. A, Jacoby, M. E., García, D. H. A., y Cárdenas, G. F. I. 2011. Encuesta Global de Salud Escolar Resultados / Ministro de Salud. MINSA, Lima. pp: 1-87.
- Tresserra-Rimbau, A., Medina-Remo, A., Pérez-Jiménez, J., Martínez-González M. A., Covas, M.I., Corella, D., Salas-Salvado, J., Gómez-Gracia, E., Lapetra, J., Arós, F., Fiol, M., Ros, E., Serra-Majem, L., Pintó, X., Muñoz, M.A., Saez, G.T., Ruiz-Gutiérrez, V., Warnberg, J., Estruch, R. y Lamuela-Raventós, R. M. 2012. Dietary intake and major food sources of polyphenols in a Spanish population at high

cardiovascular risk: The PREDIMED study. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. xx: 1-7.

- UNICEF, 2011. Aplicando Género.

Dirección:

https://www.unicef.org/honduras/Aplicando_genero_agua_saneamiento.pdf.

Actualización: 2011. Acceso: 25/02/2018.

- Unikel-Santoncini, C., y Saucedo-Molina, T. J. 2015. Alimentación y nutrición del adolescente. En: *Nutriología Médica*.(ed) M. Kaufer-Horwitz, A. B. Pérez-Lizaur, P. Arroyo. 4ta edición. Editorial Médica Panamericana, México. pp: 345 - 367.
- USDA. Database for the Flavonoid Content of Selected Foods.
Dirección: http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid_6231.
Actualización: 01/02/2006. Acceso: 21/09/2017.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., y Telser, J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Inter. J. Biochem. Cell. Biol.* 39: 44-84.
- Viluzca, F., Yee, A., Sulbarán, B., y Berradre, M. N. 2012. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE CHOCOLATES COMERCIALES VENEZOLANOS. *Vitae*. 19 (Supl. 1): S448-S450.
- Weinberg, R. B., VanderWerken, B. S., Anderson, R. A., Stegner, J. E., y Thomas, M. J. 2001. Pro-oxidant effect of vitamin E in cigarette smokers consuming a high polyunsaturated fat diet. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 21(6): 1029-1033.
- Williamson, G. y Holst, B. 2008. Dietary reference intake (DRI) value for dietary polyphenols: Are we heading in the right direction?. *British. J. Nutr.* 99: S55-S58.
- Wiseman, S., Waterhouse, A., y Korver, O. 2001. The health effects of tea and tea components: Oportunities for standardizing research methods. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 41: 387-412.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. B., y Prior, R. L. 2004. Lipophilic and Hydrophilic Antioxidant Capacities of Common Foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.*52: 4026-4037.
- Xu, B. J., y Chang, S. K. C. 2007. A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes as Affected by Extraction Solvents. *J Food Sci.* 72(2): S159-S166.

- Zloch, Z., Sedláček, P., Langmajerová, J., Müllerová, D. 2018. Intake and Profile of Plant Polyphenols in the Diet of the Czech Population. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 68(1): 0–0.
- Zunino, S. J., Storms, D. H., y Stephensen, C. B. 2007. Diets rich in polyphenols and vitamin A inhibit the development of Type I autoimmune diabetes in nonobese diabetic mice. *J. Nutr.* 137: 1216-1221

12. ANEXOS

Anexo 1 Consentimientos informados



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD



“Efectividad de un programa de prevención de conductas alimentarias no saludables y obesidad para adolescentes.”

Consentimiento informado (padre o tutor)

El propósito de esta investigación es conocer los diferentes aspectos que se relacionan con la **SALUD INTEGRAL** (física y psicológica) de la comunidad estudiantil para poder **CONTRIBUIR ASÍ AL MANTENIMIENTO DE LA SALUD Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE DICHA COMUNIDAD.**

La participación de su hijo(a) consistirá en:

1) Permitir la toma del peso y estatura (15 min); 2) Responder una serie de preguntas relacionadas con su consumo de alimentos, hábitos alimentarios y actividad física (30 min). Resaltamos el hecho de que no hay respuestas ni buenas ni malas, pues lo que más nos interesa es la propia experiencia de su hijo(a); 3) Participar en una serie de sesiones interactivas sobre alimentación, nutrición, ideas falsas sobre dietas y suplementos, importancia del desayuno y de la actividad física. 4) A los 6 meses participará en una sesión de multiactividades interactivas sobre actividad física y talleres relacionados con la figura corporal y alimentación saludable. Al año responderá nuevamente una serie de preguntas sobre los mismos puntos mencionados en el apartado 1 y se volverá a tomar su peso y talla.

Los beneficios que obtendrá su hijo(a) serán: a) saber sobre su estado de salud b) conocer conceptos actuales sobre alimentación y nutrición, c) recibir consejos sencillos y prácticos para mejorar sus hábitos alimentarios, d) la importancia de la actividad física cotidiana, e) participar en un proyecto de investigación innovador cuyo objetivo es implementar y evaluar un programa de prevención de conductas alimentarias no saludables y obesidad para adolescentes.

El logro de nuestros propósitos depende del sentido de cooperación de su hijo(a), de que responda de manera honesta y verídica los cuestionarios. Hacemos de su conocimiento que los resultados generales serán entregados a los directivos de la escuela una vez que se haya concluido la investigación.

CONFIDENCIALIDAD: Le garantizamos que las valoraciones, y determinaciones efectuadas en su hijo(a) durante el proyecto, tendrán un carácter de total confidencialidad, y serán utilizadas solamente con fines de investigación.

Nombre de mi hijo(a): _____ Semestre _____

Nombre y firma del padre o tutor: _____

Fecha _____

RESPONSABLES DE LA INVESTIGACIÓN:

Dra. Teresita de Jesús Saucedo Molina. Área Académica de Nutrición. Instituto de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Tel: 771-71-7200 Ext. 5116. E-mail: tsaucedo@uaeh.edu.com

M. en C. Orquídea G. Arellano Pérez. Área Académica de Nutrición. Instituto de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Estudiante de doctorado

Tel: 771-219-52-94, E-mail: orquidea_arellano5663@uaeh.edu.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD



Consentimiento informado (participante)

Por este medio te invitamos a participar en el estudio de investigación titulado: Programa de prevención de conductas alimentarias no saludables y obesidad para adolescentes.

RESPONSABLES: Dra. Teresita de Jesús Saucedo Molina. Área Académica de Nutrición. Instituto de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Tel: 771-71-7200 Ext. 5114. E-mail: tsaucedo@uaeh.edu.mx

M. en C. Orquídea G. Arellano Pérez. Área Académica de Nutrición. Instituto de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Estudiante de doctorado

Tel: 771-219-52-94. E-mail: orquidea_arellano5663@uaeh.edu.mx

OBJETIVO DEL PROYECTO: Implementar y evaluar la efectividad del programa de prevención.

TU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO CONSISTIRÁ EN: 1) Permitir la toma de tu peso, estatura y porcentaje de grasa corporal (15 min); 2) Responder una serie de preguntas relacionadas con algunos puntos de tu estilo de vida, como: consumo de alimentos, hábitos alimentarios y actividad física (30 min). Resaltamos el hecho de que no hay respuestas ni buenas ni malas, pues lo que más nos interesa es **TU PROPIA EXPERIENCIA**; 3) Participar en una serie de sesiones interactivas sobre alimentación, nutrición, ideas falsas sobre dietas y suplementos, importancia del desayuno y de la actividad física. 4) A los seis meses participar nuevamente en una sesión de multiactividades sobre actividad física y talleres relacionados con la figura corporal y alimentación saludable.

VENTAJAS PERSONALES PROVENIENTES DE TU PARTICIPACIÓN: Conocer más sobre tu actual estado de salud, actualizar conocimientos sobre nutrición y alimentación, recibir consejos sencillos y prácticos para comer saludablemente y la satisfacción personal de haber colaborado con un estudio innovador que pretende prevenir conductas alimentarias no saludables, la obesidad y favorecer la actividad física.

INCONVENIENTES PERSONALES PROVENIENTES DE TU PARTICIPACIÓN: 1) Verte en la necesidad de despojarte de algún tipo de ropa (suéter, chamarra, etc.), accesorios y calzado para la toma del peso, estatura y grasa corporal; 2) Estar disponible por 40 minutos para responder los cuestionarios con los datos requeridos por la investigación.

ACLARACIONES

- Tu decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- Si decides participar en él puedes retirarte en el momento que lo desees, sin ninguna represalia.
- No recibirás pago por tu participación.
- En el transcurso del estudio podrás solicitar información sobre el proyecto y tu participación.
- La información obtenida en este estudio, será mantenida con estricta confidencialidad por los responsables.
- Los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos.

Yo declaro haber leído y comprendido la información anterior y que mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.

Nombre y Firma del participante

Fecha

Nombre y firma de un Testigo

Firma del Responsable de la investigación

Anexo 2 Criterios para evaluar el índice de masa corporal

Tabla 3. Índice de masa corporal de acuerdo con la edad en adolescentes hombres

Edad	Desviación estándar (IMC en kg/m ²)						
	-3	-2	-1	Mediana	1	2	3
Año. Mes							
14.0	14.30	15.50	17.00	19.00	21.80	25.90	33.10
14.1	14.30	15.50	17.10	19.10	21.80	26.00	33.20
14.2	14.30	15.60	17.10	19.10	21.90	26.10	33.30
14.3	14.40	15.60	17.20	19.20	22.00	26.20	33.40
14.4	14.40	15.70	17.20	19.30	22.10	26.30	33.50
14.5	14.50	15.70	17.30	19.30	22.20	26.40	33.50
14.6	14.50	15.70	17.30	19.40	22.20	26.50	33.60
14.7	14.50	15.80	17.40	19.50	22.30	26.50	33.70
14.8	14.60	15.80	17.40	19.50	22.40	26.60	33.80
14.9	14.60	15.90	17.50	19.60	22.50	26.70	33.90
14.10	14.60	15.90	17.50	19.60	22.50	26.80	33.90
14.11	14.70	16.00	17.60	19.70	22.60	26.90	34.00
15.0	14.70	16.00	17.60	19.80	22.70	27.00	34.10
15.1	14.70	16.10	17.70	19.80	22.80	27.10	34.10
15.2	14.80	16.10	17.80	19.90	22.80	27.10	34.20
15.3	14.80	16.10	17.80	20.00	22.90	27.20	34.30
15.4	14.80	16.20	17.90	20.00	23.00	27.30	34.30
15.5	14.90	16.20	17.90	20.10	23.00	27.40	34.40
15.6	14.90	16.30	18.00	20.10	23.10	27.40	34.50
15.7	15.00	16.30	18.00	20.20	23.20	27.50	34.50
15.8	15.00	16.30	18.10	20.30	23.30	27.60	34.60
15.9	15.00	16.40	18.10	20.30	23.30	27.70	34.60
15.10	15.00	16.40	18.20	20.40	23.40	27.70	34.70
15.11	15.10	16.50	18.20	20.40	23.50	27.80	34.70
16.0	15.10	16.50	18.20	20.50	23.50	27.90	34.80
16.1	15.10	16.50	18.30	20.60	23.60	27.90	34.80
16.2	15.20	16.60	18.30	20.60	23.70	28.00	34.80
16.3	15.20	16.60	18.40	20.70	23.70	28.10	34.90
16.4	15.20	16.70	18.40	20.70	23.80	28.10	34.90
16.5	15.30	16.70	18.50	20.80	23.80	28.20	35.00
16.6	15.30	16.70	18.50	20.80	23.90	28.30	35.00
16.7	15.30	16.80	18.60	20.90	24.00	28.30	35.00
16.8	15.30	16.80	18.60	20.90	24.00	28.40	35.10
16.9	15.30	16.80	18.70	21.00	24.10	28.50	35.10
16.10	15.40	16.90	18.70	21.00	24.20	28.50	35.10
16.11	15.40	16.90	18.70	21.10	24.20	28.60	35.20
17.0	15.40	16.90	18.80	21.10	24.30	28.60	35.20
17.1	15.50	17.00	18.80	21.20	24.30	28.70	35.20
17.2	15.50	17.00	18.90	21.20	24.40	28.70	35.20
17.3	15.50	17.00	18.90	21.30	24.40	28.80	35.30
17.4	15.50	17.10	18.90	21.30	25.50	28.90	35.30
17.5	15.60	17.10	17.00	21.40	24.50	28.90	35.30
17.6	15.60	17.10	17.00	21.40	24.60	29.00	35.30
17.7	15.60	17.10	19.10	21.50	24.70	29.00	35.40
17.8	15.60	17.20	19.10	21.50	24.70	29.10	35.40
17.9	15.60	17.20	19.10	21.60	24.80	29.10	35.40
17.10	15.17	17.20	19.20	21.60	24.80	29.20	35.40
17.11	15.17	17.30	19.20	21.70	24.90	29.20	35.40
18.0	15.17	17.30	19.20	21.70	24.90	29.20	35.40

Fuente: OMS, 2007.

Tabla 4. Índice de masa corporal de acuerdo con la edad en adolescentes mujeres

Edad	Desviación estándar (IMC en kg/m ²)						
	-3	-2	-1	Mediana	1	2	3
Año, mes							
14.0	14.00	15.40	17.20	19.60	22.70	27.30	34.70
14.1	14.10	15.50	17.30	19.60	22.80	27.40	34.70
14.2	14.10	15.50	17.30	19.70	22.90	27.50	34.80
14.3	14.10	15.60	17.40	19.70	22.90	27.60	34.90
14.4	14.10	15.60	17.40	19.80	23.00	27.70	35.00
14.5	14.20	15.60	17.50	19.90	23.10	27.70	35.10
14.6	14.20	15.70	17.50	19.90	23.10	27.80	35.10
14.7	14.20	15.70	17.60	20.00	23.20	27.90	35.20
14.8	14.30	15.70	17.60	20.00	23.30	28.00	35.30
14.9	14.30	15.80	17.60	20.10	23.30	28.00	35.40
14.10	14.30	15.80	17.70	20.10	23.40	28.10	35.40
14.11	14.30	15.80	17.70	20.20	23.50	28.20	35.50
15.0	14.40	15.90	17.80	20.20	23.50	28.20	35.50
15.1	14.40	15.90	17.80	20.30	23.60	28.30	35.60
15.2	14.40	15.90	17.80	20.30	23.60	28.40	35.70
15.3	14.40	16.00	17.90	20.40	23.70	28.40	35.70
15.4	14.50	16.00	17.90	20.40	23.70	28.50	35.80
15.5	14.50	16.00	17.90	20.40	23.80	28.50	35.80
15.6	14.50	16.00	18.00	20.50	23.80	28.60	35.80
15.7	14.50	16.10	18.00	20.50	23.90	28.60	35.90
15.8	14.50	16.10	18.00	20.60	23.90	28.70	35.90
15.9	14.50	16.10	18.10	20.60	24.00	28.70	36.00
15.10	14.60	16.10	18.10	20.60	24.00	28.80	36.00
15.11	14.60	16.20	18.10	20.70	24.10	28.80	36.00
16.0	14.60	16.20	18.20	20.70	24.10	28.90	36.10
16.1	14.60	16.20	18.20	20.70	24.10	28.90	36.10
16.2	14.60	16.20	18.20	20.80	24.20	29.00	36.10
16.3	14.60	16.20	18.20	20.80	24.20	29.00	36.10
16.4	14.60	16.20	18.30	20.80	24.30	29.00	36.20
16.5	14.60	16.30	18.30	20.90	24.30	29.10	36.20
16.6	14.70	16.30	18.30	20.90	24.30	29.10	36.20
16.7	14.70	16.30	18.30	20.90	24.40	29.10	36.20
16.8	14.70	16.30	18.30	20.90	24.40	29.20	36.20
16.9	14.70	16.30	18.40	21.00	24.40	29.20	36.30
16.10	14.70	16.30	18.40	21.00	24.40	29.20	36.30
16.11	14.70	16.30	18.40	21.00	24.50	29.30	36.30
17.0	14.70	16.40	18.40	21.00	24.50	29.30	36.30
17.1	14.70	16.40	18.40	21.10	24.50	29.30	36.30
17.2	14.70	16.40	18.40	21.10	24.60	29.30	36.30
17.3	14.70	16.40	18.50	21.10	24.60	29.40	36.30
17.4	14.70	16.40	18.50	21.10	24.60	29.40	36.30
17.5	14.70	16.40	18.50	21.10	24.60	29.40	36.30
17.6	14.70	16.40	18.50	21.20	24.60	29.40	36.30
17.7	14.70	16.40	18.50	21.20	24.70	29.40	36.30
17.8	14.70	16.40	18.50	21.20	24.70	29.50	36.30
17.9	14.70	16.40	18.50	21.20	24.70	29.50	36.30
17.10	14.70	16.40	18.50	21.20	24.70	29.50	36.30
17.11	14.70	16.40	18.60	21.20	24.80	29.50	36.30
18.0	14.70	16.40	18.60	21.30	24.80	29.50	36.30

Fuente: OMS, 2007.

Tabla 5. Interpretación del índice de masa corporal de acuerdo con la OMS	
Desviación estándar	Interpretación
<-3	Delgadez severa
<-2	Delgadez
+1 a -2	Normal
>+1 (equivalente al IMC de 25 kg/m ² a los 19 años)	Sobrepeso
>+2 (equivalente al IMC de 30 kg/m ² a los 19 años)	Obesidad

Fuente: OMS, 2007.

Anexo 3 Parámetros para evaluar el porcentaje de grasa corporal

Tabla 6. Interpretación del porcentaje de grasa corporal en adolescentes hombres									
Percentiles									
Años	2	9	25	50	75	85	91	95	98
5.0	12.20	13.10	14.20	15.60	17.40	18.60	19.80	21.40	23.60
6.0	12.40	13.30	14.50	16.00	18.00	19.50	20.90	22.70	25.30
7.0	12.60	13.60	14.90	16.50	18.80	20.40	22.00	24.10	27.20
8.0	12.70	13.80	15.20	17.00	19.50	21.30	23.10	25.50	29.10
9.0	12.80	14.00	15.50	17.50	21.20	22.20	24.20	26.80	31.00
10.0	12.80	14.10	15.70	17.80	20.70	22.80	25.00	27.90	32.40
11.0	12.60	13.90	15.40	17.70	20.80	23.00	25.30	28.30	32.90
12.0	12.10	13.40	15.10	17.40	20.40	22.70	25.00	27.90	32.20
13.0	11.50	12.80	14.50	16.80	19.80	22.00	24.20	27.00	31.00
14.0	10.90	12.30	14.00	16.20	19.20	21.30	23.30	25.90	29.50
15.0	10.40	11.80	13.60	15.80	18.70	20.70	22.60	25.00	28.20
16.0	10.10	11.50	13.30	15.50	18.40	20.30	22.10	24.30	27.20
17.0	9.80	11.30	13.10	15.40	18.30	20.10	21.80	23.90	26.50
18.0	9.60	11.20	13.10	15.40	18.30	20.10	21.70	23.60	25.90

Los percentiles 2, 85 y 95 definen los puntos de corte de bajo porcentaje de grasa, sobrepeso y obesidad.

Fuente: McCarthy *et al.*, 2006.

Tabla 7. Interpretación del porcentaje de grasa corporal en adolescentes mujeres									
Percentiles									
Años	2	9	25	50	75	85	91	95	98
5.0	13.80	15.00	16.40	18.00	20.10	21.50	22.80	24.30	26.30
6.0	14.40	15.70	17.20	19.10	21.50	23.00	24.50	26.20	28.40
7.0	14.90	16.30	18.10	20.20	22.80	24.50	26.10	28.00	30.50
8.0	15.30	16.90	18.90	21.20	24.10	26.00	27.70	29.70	32.40
9.0	15.70	17.50	19.60	22.10	25.20	27.20	29.00	31.20	33.90
10.0	16.00	17.90	20.10	22.80	26.00	28.20	30.10	32.20	35.00
11.0	16.10	18.10	20.40	23.30	26.60	28.80	30.70	32.80	35.60
12.0	16.10	18.20	20.70	23.50	27.00	29.10	31.00	33.10	35.80
13.0	16.10	18.30	20.80	23.80	27.20	29.40	31.20	33.30	35.90
14.0	16.00	18.30	20.90	24.00	27.50	29.60	31.50	33.60	36.10
15.0	15.70	18.20	21.00	24.10	27.70	29.90	31.70	33.80	36.30
16.0	15.50	18.10	21.00	24.30	27.90	30.10	32.00	34.10	36.50
17.0	15.10	17.90	21.00	24.40	28.20	30.40	32.30	34.40	36.80
18.0	14.70	17.70	21.00	24.60	28.50	30.80	32.70	34.80	37.20

Los percentiles 2, 85 y 95 definen los puntos de corte de bajo porcentaje de grasa, sobrepeso y obesidad.

Fuente: McCarthy *et al.*, 2006.

Anexo 4 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD



Trata sobre la frecuencia con la que consumes determinados alimentos. No hay respuestas ni buenas ni malas, solamente te pedimos que seas muy honesto(a) al contestar marcando con una (X) la opción que más refleje tu consumo en las últimas dos semanas.

Nombre:	Núm. De Matrícula:	Sexo: (F) (M)	Fecha de aplicación:
Edad: Años	Grado:	Grupo:	Talla: Peso: %Grasa:
1. Municipio donde vives:		2. Colonia donde vives:	
3. ¿Cuál es el estado civil de tus padres? () Casados () Separados () Viudo/a () Soltero () Unión libre			
4. ¿Cuál es la ocupación y último grado de estudio de tu padre?			
5. ¿Cuál es la ocupación y último grado de estudio de tu madre?			
6. ¿Con quién vives? () Padres () Solo(a) () Pareja () Amigos () Otro _____			
7. ¿Cuántos hermanos son incluyéndote a ti?			
8. ¿Qué lugar ocupas entre tus hermanos?			
9. ¿A qué clase social consideras que perteneces? () Alta () Media-alta () Media () Media-baja () Baja () Pobre			
10. Aproximadamente ¿De cuánto es el ingreso familiar mensual?			

ALIMENTO	PORCIONES	FRECUENCIA							
		4-5 X DÍA	2-3 X DÍA	1 X DÍA	5-6 X SEMANA	2-4 X SEMANA	1X SEMANA	2-3 X QUINCENA	NUNCA
AGUACATE	1/2 PIEZA								
ARROZ	1 TAZA								
AVENA O GRANOLA	3 CUCHARADAS								
SOPA DE PASTA	1 TAZA								
ESPAQUETTI	1 TAZA								
FRESAS	1 TAZA								
CREMA	1 CUCHARADA								
MANTEQUILLA	1 CUCHARADITA								
DURAZNO	1 PIEZA								
GUAYABA	1 PIEZA								
NARANJA	1 PIEZA								
GALLETAS DULCES	2 PIEZAS								
PAN DULCE	1 PIEZA								
RÁBANO	1 TAZA								
PAYS O PASTELES	1 REBANADA								
ATÚN	1 LATA								
BISTEC DE RES	1 PIEZA (90g)								
FRIJOLES	½ TAZA								
LECHE	1 TAZA								
CALABACITA	½ TAZA								
CEBOLLA	½ TAZA								
COL	1 TAZA								
ELOTE	1 PIEZA/ 1 TAZA								
YOGURT NATURAL	1 TAZA								
GALLETAS SALADAS	4 PIEZAS								
PIZZA	1 REBANADA								
MERMELADA DE FRUTA	1 CUCHARADA								
MANDARINA	1 PIEZA								
MANGO	1 PIEZA								
PAPAS FRITAS A LA FRANCESA	1 TAZA								
PAPAS COMERCIALES (BOLSA)	1 BOLSA (45g)								
TAMAL	1 PIEZA								
LENTEJAS	½ TAZA								
HELADO	1 BOLA								

ALIMENTO	PORCIONES	FRECUENCIAS							
		4-5 X DÍA	2-3 X DÍA	1 X DÍA	5-6 X SEMANA	2-4 X SEMANA	1X SEMANA	2-3 X QUINCENA	NUNCA
CHAYOTE	½ TAZA								
CEREAL DE CAJA S/ AZÚCAR	½ TAZA								
CEREL DE CAJA C/ AZÚCAR	½ TAZA								
HOT CAKE	1 PIEZA								
MANZANA	1 PIEZA								
CACAHUATE	1 BOLSITA								
FRITURAS INDUSTRIALIZADAS	1 BOLSITA								
NUEZ	1 CUCHARADA								
MELÓN	1 TAZA								
PAPAYA	1 TAZA								
JAMON DE PAVO	1 REBANADA								
POLLO	1 PIEZA								
CHICHARO	½ TAZA								
DULCES	1 PIEZA								
JÍCAMA	1 TAZA								
PALOMITAS	3 TAZAS								
BOLILLO O TELERA	1 PIEZA								
PAN DE CAJA	1 REBANADA								
CHORIZO	1 CUCHARADA								
PESCADO	1 PIEZA								
BARBACOA	1 PORCIÓN								
LECHUGA	1 TAZA								
JITOMATE	1 PIEZA								
NOPAL	1 TAZA/1 PIEZA								
PAPA ENTERA COCIDA	1 PIEZA								
TORTILLA DE MAIZ	1 PIEZA								
TORTILLA DE HARINA	1 PIEZA								
QUESO RALLADO	1 CUCHARADA								
JAMÓN DE CERDO	1 REBANADA								
CARNE DE CERDO	1 PIEZA (70 g)								
VERDOLAGAS	½ TAZA								
AZÚCAR	1 CUCHARADITA								
CAJETA	1 CUCHARADITA								
CHOCOLATE EN POLVO	1 CUCHARADA								
PERA	1 PIEZA								
PIÑA	1 TAZA								
PLATANO	1 PIEZA								
CARNE DE RES	1 PORCIÓN (85g)								
QUESO FRESCO O CANASTO	1 PORCIÓN (30g)								
QUESO PANELA	1 PORCIÓN (30g)								
ZANAHORIA	½ TAZA								
TOMATE VERDE (EN SALSA)	½ TAZA								
PEPINO	1 TAZA								
HAMBURGUESA PREPARADA	1 PIEZA								
HUEVO	1 PIEZA								
PASTE	1 PIEZA								
EJOTES	1 TAZA								
QUESO OAXACA	1 PORCIÓN (30g)								
UVA	18 PIEZAS								
GARBANZO	½ TAZA								
MOLE	1 CUCHARADA								
TUNA	1 PIEZA								
JUGOS INDUSTRIALIZADOS	MODELO (500 ml)								
CHICHARRÓN DE CERDO	1 PORCIÓN								
SANDÍA	1 TAZA								
POLLO ROSTIZADO	1 PIEZA								
QUESO AMARILLO	1 REBANADA								
LECHE SABORIZADA COMERCIAL	1 TAZA								
YOGURT DE FRUTA	1 TAZA								
SALCHICHA	1 PIEZA								
MAYONESA	1 CUCHARADITA								
REFRESCO	1 VASO								
SALSA CATSUP	1 CUCHARADA								
CHOCOLATE EN BARRA	1 PIEZA								
CHILAQUILES	1 PLATO								

Nombre del encuestador: _____

En la siguiente lista de alimentos te pedimos que marques con una X la forma de preparación **MÁS FRECUENTE** como los consumes

ALIMENTO	PREPARACIÓN						
	CRUDO	COCIDO	FRITO	ASADO/PARRILLA	HORNEADO	TOSTADO	NO CONSUMO
ATÚN							
BARBACOA							
QUESO DE HEBRA/OAXACA							
QUESO MANCHEGO							
BISTEC /CARNE RES							
FRIJOLES							
LENTEJAS							
POLLO							
BOLILLO/TELERA							
PAN DE CAJA							
CHORIZO							
PESCADO							
TORTILLA							
CARNE DE CERDO							
QUESO BLANCO							
SALCHICHA							
HUEVO							
LECHE							
MANTEQUILLA							
NUECES/CACA-HUATE/ALMENDRA							

Anexo 5 Curvas de calibración

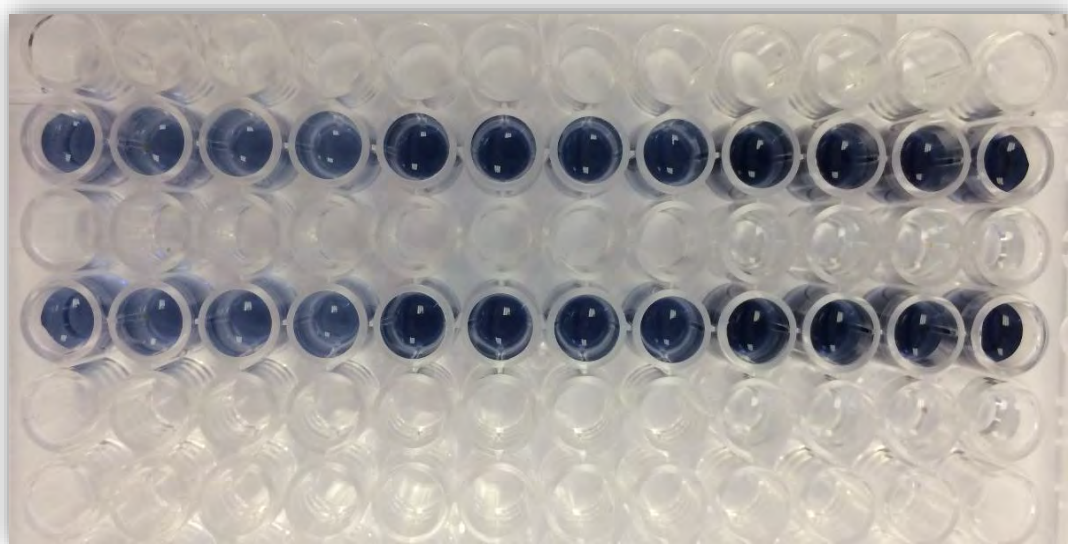
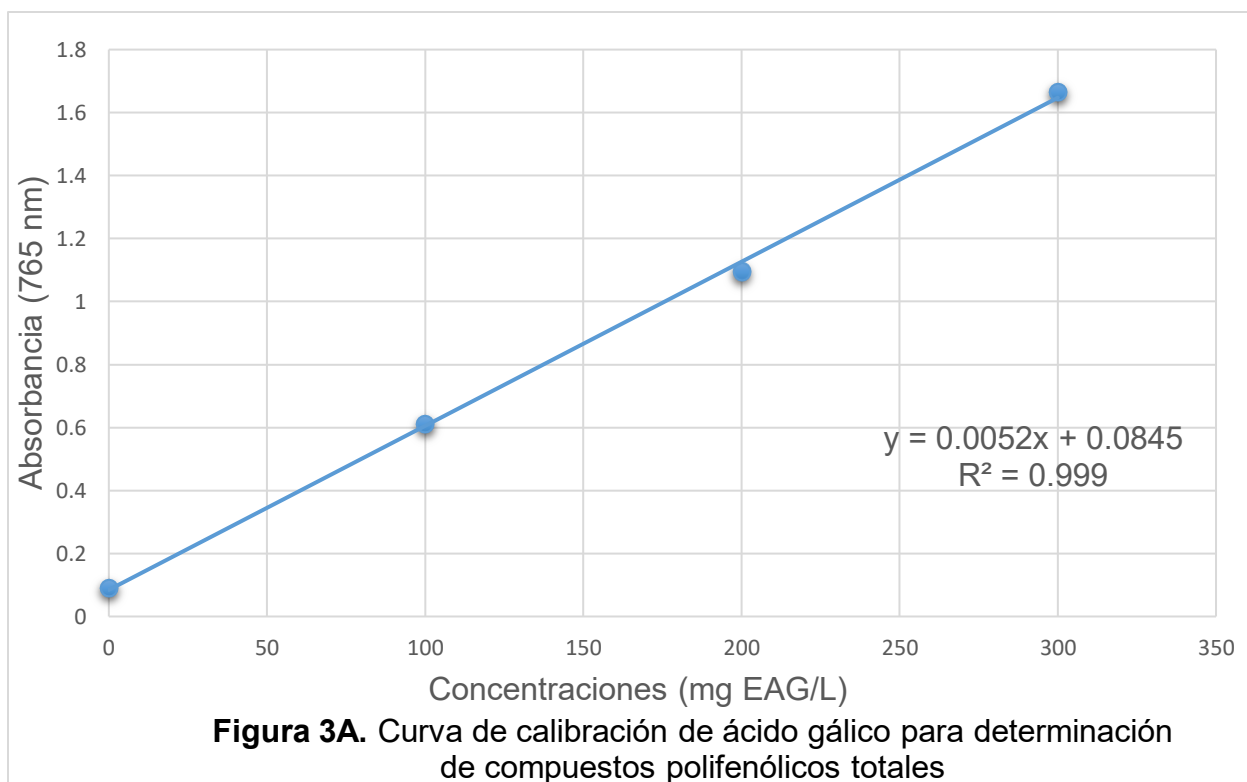


Figura 3B. Microplaca con la curva de calibración de ácido gálico para determinación de compuestos polifenólicos totales

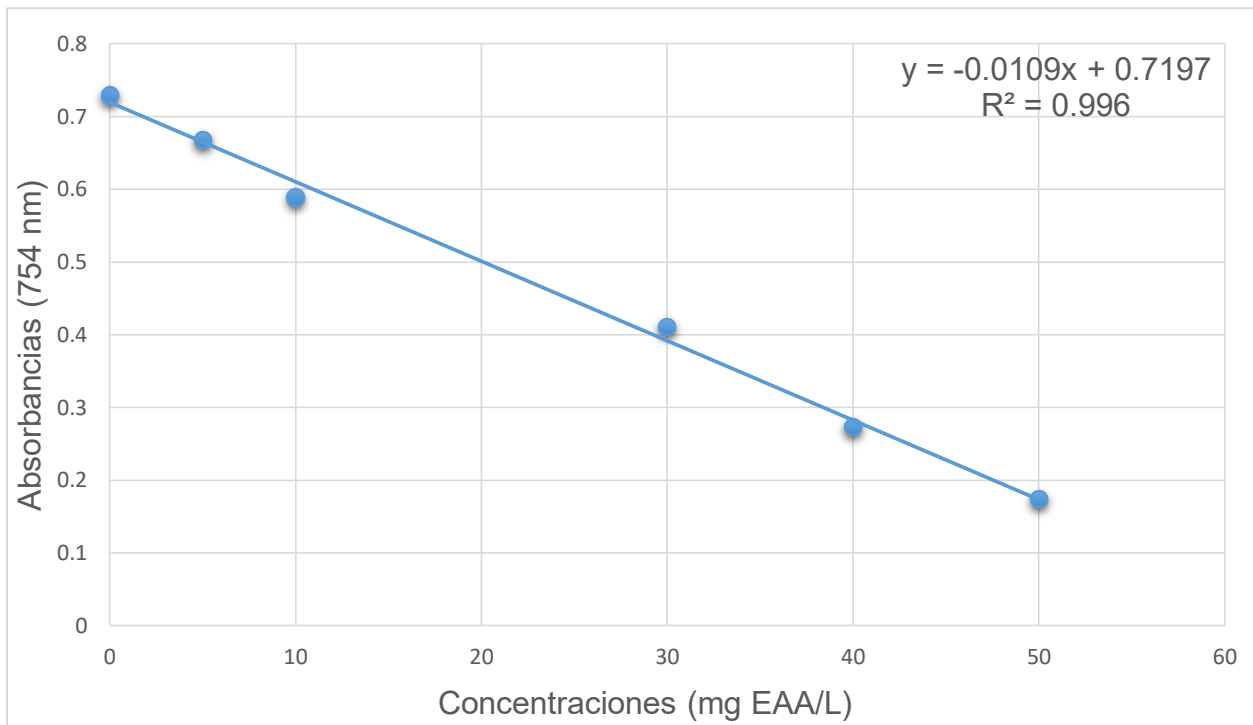


Figura 4A. Curva de calibración de ácido ascórbico para ABTS

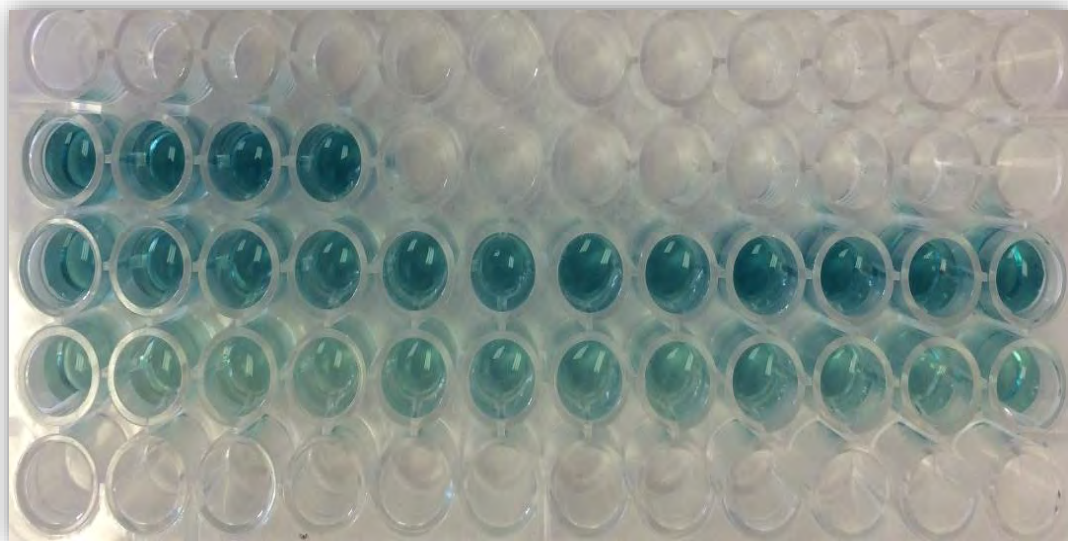


Figura 4B. Microplaca con la curva de calibración de ácido ascórbico para ABTS

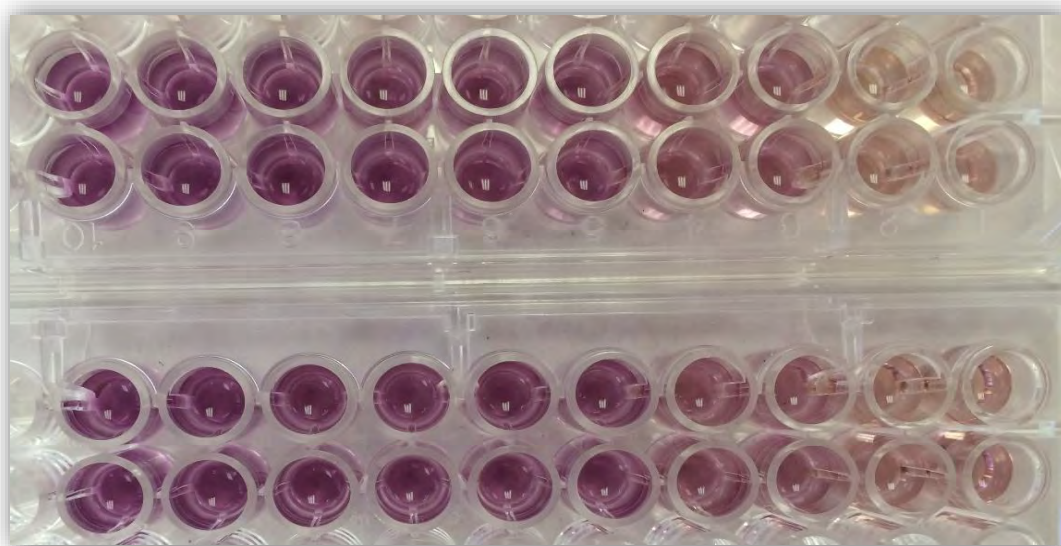
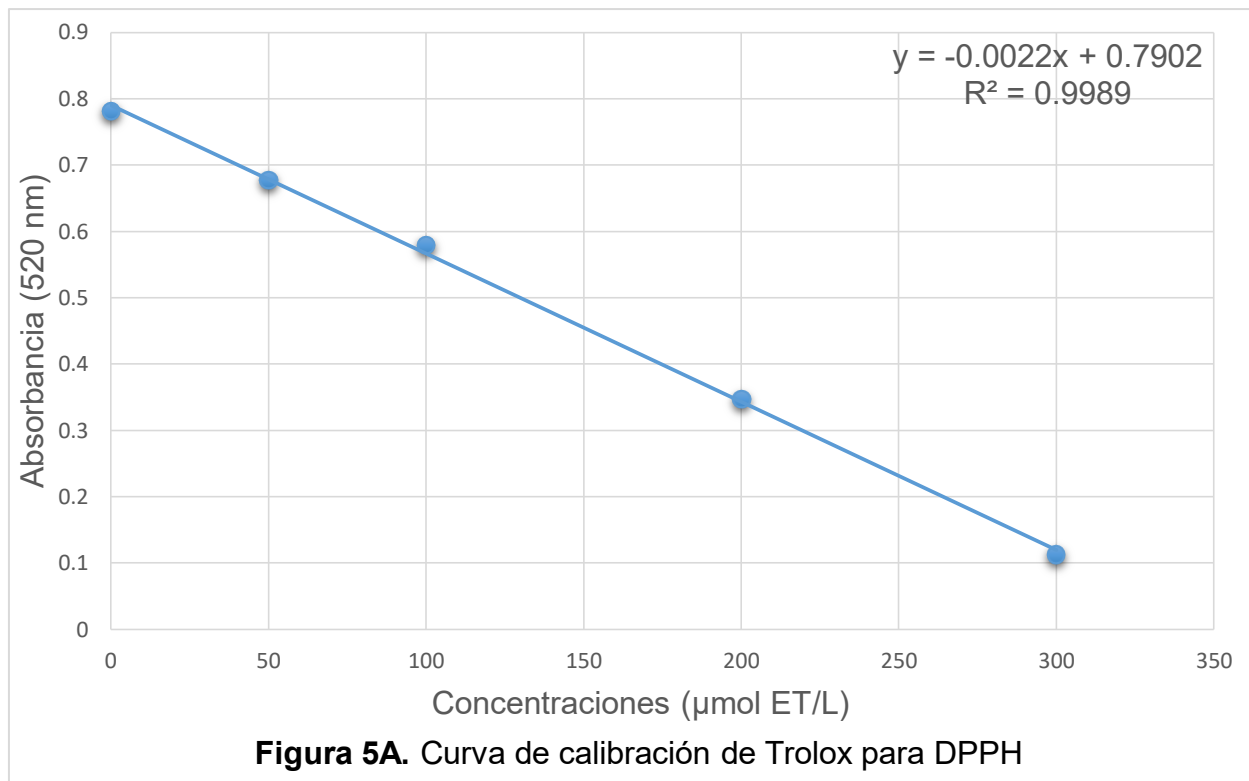


Figura 5B. Microplaca con la curva de calibración de Trolox para DPPH

Anexo 6 Modelos de alimentos empleados



Figura 6. Modelos de alimentos

Anexo 7 Técnica para tomar peso y talla según el manual ISAK

Peso corporal

Durante el día el peso puede variar alrededor de un kilo en niños y de dos en adultos. Los valores más estables se obtienen en la mañana temprano, doce horas después de ingerir alimentos y apenas efectuado el vaciado diurno. Como no siempre es posible estandarizar el horario para la toma de peso, se recomienda al menos, anotar la hora del día en que la misma se lleva a cabo.

Equipo requerido: Balanza.

Método: Generalmente el peso con la mínima ropa es suficientemente exacto. Se debe controlar que la balanza se encuentre en el cero, luego el sujeto se para en el centro del platillo sin sostenerse y con el peso distribuido por igual sobre ambos apoyos.

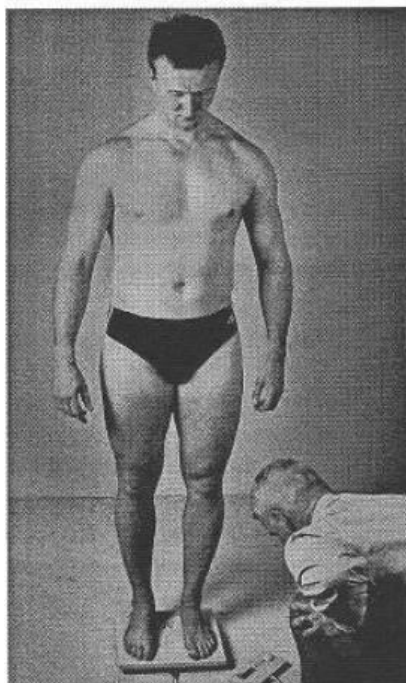


Figura 19. Medición del peso corporal

Talla

También deben recordarse que habrá variaciones durante el día en la estatura. Generalmente, los sujetos son más altos por la mañana. Una pérdida del 1% en la estatura es común en el transcurso del día. Los efectos de la variación diurna pueden reducirse usando el método de la estatura estirada. Por consiguiente, la técnica preferida es la de estatura estirada que se describe más abajo. Las medidas deben repetirse tan cercano como sea posible de la hora del día en que se tomó la medición original. El momento de la medición debe registrarse en la planilla.

Método: El método de la estatura estirada requiere que el sujeto esté parado con los pies juntos y los talones, nalgas, y parte superior de la espalda apoyados sobre el estadiómetro. La cabeza, cuando se ubica en el plano de Frankfort, no debe tocar la escala del tallímetro. El plano Frankfort se obtiene cuando el borde más bajo del hueco del ojo, está en el plano horizontal de la muesca superior del trago de la oreja.

El medidor ubica las manos bastante lejos de la línea de la mandíbula del sujeto para asegurarse que la presión ascendente se transfiere a través del hueso mastoideo. El sujeto es instruido para que tome una respiración profunda y mientras mantiene la cabeza en el plano Frankfort, el evaluador aplica una suave presión hacia arriba sobre el hueso mastoideo. El anotador ayuda observando que los pies no se despeguen del suelo y que la posición de la cabeza se mantenga en plano Frankfort. La medición se toma al final de una profunda expiración.

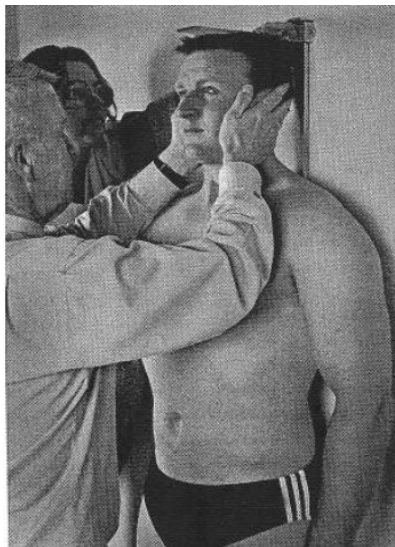


Figura 20. Medición de la estatura estirada

Anexo 8 Marcas más consumidas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
 ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD



“Efectividad de un programa de prevención de conductas alimentarias no saludables y sedentarismo para adolescentes (P.E.C.A.N.S.S)”

Estimada madre o tutor: como parte del proyecto que se ha estado llevando a cabo en el ITLA y en el que ha estado participando su hijo (a), solicitamos su participación contestando el siguiente cuestionario, con la finalidad de evaluar la calidad del consumo de alimentos de la comunidad estudiantil.

Instrucciones: De los siguientes alimentos señale con una X la marca que consume con mayor frecuencia en su familia.

















Pasta						
<input type="checkbox"/> Barilla	<input type="checkbox"/> La moderna	<input type="checkbox"/> Knorr	Otro	_____		
Arroz						
<input type="checkbox"/> S.O.S	<input type="checkbox"/> Verde Valle	<input type="checkbox"/> Morelos	<input type="checkbox"/> La merced	Otro	_____	
Galletas Saladas						
<input type="checkbox"/> Saladitas Gamesa	<input type="checkbox"/> Crackets	<input type="checkbox"/> Ritz	<input type="checkbox"/> Habaneras	Otro:	_____	
Tortilla de harina						
<input type="checkbox"/> Tía rosa	<input type="checkbox"/> Del hogar	Otro:	_____			
Atún						
<input type="checkbox"/> Dolores	<input type="checkbox"/> Tuny	<input type="checkbox"/> El dorado	<input type="checkbox"/> Herdez	Otro:	_____	
Jamón de pavo						
<input type="checkbox"/> FUD	<input type="checkbox"/> Kir	<input type="checkbox"/> San Rafael	<input type="checkbox"/> Capistrano	<input type="checkbox"/> Swan	Otro:	_____
Queso fresco						
<input type="checkbox"/> La villita	<input type="checkbox"/> FUD	Otro:	_____			
Queso panela						
<input type="checkbox"/> Lala	<input type="checkbox"/> Alpura	<input type="checkbox"/> Esmeralda	<input type="checkbox"/> La villita	<input type="checkbox"/> Noche buena	Otro:	_____
Queso Oaxaca						
<input type="checkbox"/> Lala	<input type="checkbox"/> Alpura	<input type="checkbox"/> Esmeralda	<input type="checkbox"/> La villita	Otro:	_____	
¿Qué consume con mayor frecuencia?						
<input type="checkbox"/> Frijol en lata	<input type="checkbox"/> Frijol casero	_____				
¿Qué marca de frijoles consume?						

Leche						
<input type="checkbox"/> Alpura	<input type="checkbox"/> Lala	<input type="checkbox"/> Santa Clara	Otro:	_____		
Yogurt natural						
<input type="checkbox"/> Danone	<input type="checkbox"/> Lala	<input type="checkbox"/> Santa Clara	<input type="checkbox"/> Yoplait	Otro:	_____	
Yogurt de fruta						
<input type="checkbox"/> Danone	<input type="checkbox"/> Lala	<input type="checkbox"/> Santa Clara	<input type="checkbox"/> Yoplait	Otro:	_____	
Aceite comestible						
<input type="checkbox"/> 123	<input type="checkbox"/> Canoil	<input type="checkbox"/> Capullo	<input type="checkbox"/> Nutrioli	<input type="checkbox"/> Oleico	<input type="checkbox"/> Sabrosano	Otro: _____
Crema entera						
<input type="checkbox"/> Alpura	<input type="checkbox"/> Santa Clara	<input type="checkbox"/> Lala	Otro:	_____		
Cacahuates tipo						
<input type="checkbox"/> Naturales	<input type="checkbox"/> Con chile	<input type="checkbox"/> Con sal	<input type="checkbox"/> Japoneses	<input type="checkbox"/> Garapiñado	<input type="checkbox"/> Japoneses enchilados	Otro: _____
Cacahuates marcas						
<input type="checkbox"/> Sabritas	<input type="checkbox"/> Mafer	<input type="checkbox"/> Barcel	<input type="checkbox"/> Granel	Otros:	_____	
Azúcar						
<input type="checkbox"/> Refinada	<input type="checkbox"/> Morena	<input type="checkbox"/> Mascabada	Otro:	_____		
Chocolate en polvo						
<input type="checkbox"/> CAL-C-TOSE	<input type="checkbox"/> Nesquik	<input type="checkbox"/> Chocomilk	<input type="checkbox"/> Morelia	Otro:	_____	

Firma de la madre o tutor: _____

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 9 Alimentos analizados

			
Cebolla	Jitomate	Lechuga	Manzana
			
Melón	Naranja	Papaya	Pepino
			
Plátano	Tomate verde	Arroz	Bolillo
			
Cereal	Cereal Azucarado	Galletas Saladas	Pan de Dulce

(Continúa)



Pasta



Tortilla de Harina



Tortilla de Maíz



Frijoles Caseros



Aceite de Soya



Aguacate



Cacahuete Natural



Cacahuete Japonés



Chocolate en Polvo



Nuez

Anexo 10 Aprobación del Comité de Ética e Investigación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
Instituto de Ciencias de la Salud
School of Health Sciences
Coordinación de Investigación
Department of Research

Cinv/o/008/2016

DRA. TERESITA DE JESÚS SAUCEDO MOLINA
PROFESORA DE TIEMPO COMPLETO DEL
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN
PRESENTE

Por este medio, en mi calidad de Presidente del Comité de Ética e Investigación, me permito informarle que se ha revisado el Proyecto titulado:

“Efectividad de un Programa de Prevención de Conductas Alimentarias No Saludables y Obesidad para Adolescentes”

Quedando registrado en la Coordinación de Investigación con el No. de Folio: 044, y al cual se le ha otorgado el dictamen de: **APROBADO**


Sin más por el momento, quedo de usted, y le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”

San Agustín Tlaxiaca Hidalgo, a 01 de abril de 2016

DR. JOSÉ MARÍA BUSTO VILLARREAL
DIRECTOR DEL ICSa
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN




DRA. REBECA GUZMÁN SALDAÑA
COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN
C. c. p.- Archivo



Circuito Ex Hacienda La Concepción S/N
Carretera Pachuca Actopan
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México; C.P. 42160
Teléfono: 52 (771) 71 720-00 Ext.5104, 5118 y 4313
psicologia@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx