



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

**“Estimación de la ingesta dietética de antioxidantes y fibra dietética en adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo”**

Tesis que para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD**

Presenta:

**L. N. ALEJANDRA LÓPEZ GARCÍA**

Director(a) de Tesis

**DRA. ESTHER RAMÍREZ MORENO**

Codirector(a) de Tesis

**M. EN N. H. TRINIDAD LORENA FERNÁNDEZ  
CORTÉS**

San Agustín Tlaxiaca Hgo. A 14 de enero de 2021



01/diciembre/2021  
 AAM/MCBS/130/2021

Asunto: Asignación de Jurado de Examen

**Alejandra López García**  
 Alumna de la Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud

Por este conducto le comunico el jurado que le fue asignado a su Tesis titulada "Estimación de la ingesta dietética de antioxidantes y fibra dietética en adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo" con el cual obtendrá el **Grado de Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud**; después de revisar la tesis mencionada y haber realizado las correcciones acordadas, han decidido autorizar la impresión de la misma.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

- PRESIDENTE      Dr. José Alberto Ariza Ortega
- PRIMER VOCAL    Dra. Esther Ramírez Moreno
- SECRETARIO      M en NH. Trinidad Lorena Fernández Cortés
- SUPLENTE        Dra. Nelly del Socorro Cruz Cansino
- SUPLENTE        Dra. Quinatzin Yadira Zafra Rojas

Sin otro asunto en particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente  
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"

M.C. ESP. ADRIÁN MOYA ESCALERA  
 DIRECTOR



DIRECCIÓN

DRA. LYDIA LÓPEZ PONTIGO  
 COORDINADORA DE POSGRADO ICESA

DR. MANUEL SÁNCHEZ GUTIÉRREZ  
 COORDINADOR DEL PROGRAMA

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. 4308,2361,4346,4310  
 medicina@uaeh.edu.mx



Durante el desarrollo de estos estudios, se contó con una beca de manutención otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), número de beca 1005865.

De manera especial quiero agradecer a la Dra. Esther Ramírez Moreno por confiar en mí y en este proyecto, por todo su apoyo incondicional, por su valioso tiempo otorgado a cada una de mis revisiones y sobre todo gracias por su motivación y experiencia para culminar este posgrado.

Mi profundo agradecimiento a la Mtra. Blanca Isela Hernández Melo por facilitarnos la información necesaria del proyecto titulado “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en adolescentes”, así como a la Mtra en N. H. Trinidad Lorena Fernández Cortés por asesorarnos en toda la parte de nutrición clínica de este proyecto, por su tiempo y sus conocimientos, gracias.

A la Dra. Nelly del Socorro Cruz Cansino y al Dr. Ernesto Alanís García por abrir las puertas de sus laboratorios y permitirme realizar el proceso de investigación. Agradezco a la Dra. Quinatzin Yadira Zafra Rojas y al Dr. José Alberto Ariza Ortega por la asesoría, guía y conocimientos dentro del laboratorio.

Por último, y no menos importante, muchas gracias al Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por permitirme realizar todos los procesos tanto experimentales como administrativos necesarios para la obtención de este grado.

## **Agradecimientos**

Todos mis logros serán siempre dedicados a ustedes dos, pues gracias a ustedes soy esta mujer que concluye una meta más en su vida profesional, siempre guiada por su educación, sus excelentes valores y su apoyo incondicional. A ti Tony te agradeceré eternamente pues estuviste ahí en mis desveladas, preocupaciones y en todos mis días malos; siempre escuchándome y aconsejándome. López, todos los que te conocen saben que eres un hombre ejemplar y lleno de sabiduría, por lo tanto, agradezco todos y cada uno de tus consejos llenos de valores y de congruencia con tus acciones. Los amo inmensamente y lo único que le pido a la vida es que sean eternos.

Juan, siempre apoyándome en mis decisiones, impulsándome a ser mejor y echándome porras para lograr cada una de mis metas, sobre todo en aquellos días donde no tenía motivación, con ese dicho marcado en mi mente y en mi corazón “¿Puedes o no? Tu eres capaz no lo dudes”; por esto y más no tengo forma alguna de agradecer tu comprensión y todo tu amor.

A mi hermana Gaby, por apoyarme incondicionalmente en todos los sentidos, por enseñarme que “te lo mereces” es una frase que no puede faltar antes de cualquier decisión. A mi hermana Dely por prender su veladora milagrosa para que todos mis planes se lleven de la mejor manera. A Oscar por darme palabras de aliento y demostrarme que cuando te lo propones lo imposible se vuelve posible. A todos ellos, mis más sinceras palabras de agradecimiento pues sin ellos no sería posible llegar hasta aquí.

Aylin y Héctor, todos los días trabajo por lograr ser motivación para ustedes, porque yo se que los dos llegarán mucho más lejos de lo que yo he llegado y quiero que sepan que siempre estaré a su lado y los apoyaré toda la vida, gracias por su amor sincero.

A mi mejor amiga, gracias por escucharme desde el proceso de selección hasta el de titulación, gracias por siempre tener tiempo para mí, para mis dramas, para mis dudas y mis momentos de desesperación. Muchas gracias por tu amistad Karen, deseo que sea para toda la vida.

Dra Esther, sin su ayuda, paciencia y constancia este proyecto no se hubiera logrado de una manera tan enriquecedora tanto a nivel personal como en profesional para mi persona. Sus consejos me sirvieron de guía para poder concluir esta investigación, pero sobre todo este posgrado. Gracias por sus ánimos y palabras de aliento durante los momentos que más los necesitaba y por ser un claro ejemplo de perseverancia.

Sus palabras sabias, consejos y ánimos fueron una muy importante inspiración para la realización de este proyecto de investigación. Por compartir sus conocimientos precisos, su paciencia, perseverancia y tolerancia; querida Mtra. Lorena no tengo más que agradecer todo su apoyo incondicional para terminar este nuevo grado académico.

Finalmente, agradezco a Dios por acompañarme y guiarme a lo largo de este proceso, por darme la fuerza y la voluntad para terminar este grado académico y por poner luz a cada una de las decisiones en mi vida... Gracias, gracias, gracias.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ABREVIATURAS .....	vi
RESUMEN .....	
ABSTRACT .....	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	3
2.1 Generalidades .....	3
2.1.1 Transición alimentaria y problemas de salud en México .....	3
2.1.2 Adolescencia .....	4
2.1.2.1 Evaluación nutricional .....	4
2.1.2.1.1 Indicadores antropométricos .....	5
2.1.2.1.2 Indicadores dietéticos .....	5
2.1.2.2 Hábitos alimentarios .....	6
2.1.2.3 Prevención de los principales problemas de salud .....	7
2.1.3 Antioxidantes .....	7
2.1.3.1 Clasificación .....	9
2.1.3.2 Fuentes alimentarias .....	10
2.1.3.3 Capacidad antioxidante .....	10
2.1.4 Fibra dietética .....	11
2.1.4.1 Clasificación .....	12
2.1.4.1.1 Fibra soluble .....	12
2.1.4.1.2 Fibra insoluble .....	13
2.1.4.2 Fuentes alimentarias .....	13
2.2 Antecedentes del problema .....	14
2.3 Planteamiento del problema .....	17
III. JUSTIFICACIÓN .....	18
IV. HIPÓTESIS .....	18
V. OBJETIVOS .....	19
5.1 Objetivo General .....	19

5.2	Objetivos Específicos .....	19
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
6.1	Tipo de Estudio.....	20
6.2	Diseño de Estudio.....	20
6.3	Diagrama de diseño experimental .....	20
6.4	Definición de variables.....	22
6.4.1	Variables independientes.....	22
6.4.2	Variables dependientes.....	22
6.5	Selección de la población .....	23
6.5.1	Tamaño de la muestra y muestreo .....	23
6.5.2	Cálculo del tamaño de la muestra.....	23
6.5.3	Asignación proporcional .....	24
6.6	Instrumentos de recolección.....	24
6.6.1	Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.....	24
6.7	Métodos .....	25
6.7.1	Determinación de los alimentos de mayor frecuencia de consumo.....	25
6.7.2	Investigación de los compuestos bioactivos en los alimentos de mayor consumo ..	25
6.8	Análisis estadístico .....	26
6.9	Aspectos éticos .....	26
VII.	RESULTADOS.....	27
7.1	Características generales de la muestra .....	27
7.2	Mediciones antropométricas.....	27
7.3	Frecuencias de consumo de alimentos.....	29
7.4	Compuestos bioactivos en los alimentos de mayor consumo .....	33
7.5	Compuestos bioactivos en la dieta de los adolescentes.....	37
VIII.	DISCUSIÓN.....	46
8.1	Transición nutricional y su impacto en el sobrepeso y la obesidad.....	46
8.2	Ingesta de compuestos bioactivos y su relación con el sobrepeso y la obesidad .....	48
IX.	CONCLUSIONES.....	54
X.	RECOMENDACIONES .....	55
XI.	REFERENCIAS .....	56
XII.	ANEXOS.....	68
12.1	Aprobación del Comité de Ética e Investigación del proyecto de investigación para obtención de datos .....	68

12.2 Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos.....	69
12.3 Criterios para evaluar el Índice de Masa Corporal en adolescentes .....	71
12.3.1 Índice de Masa Corporal de acuerdo con la edad en adolescentes hombres .....	71
12.3.2 Índice de Masa Corporal de acuerdo con la edad en adolescentes mujeres .....	72
12.3.3 Interpretación del Índice de Masa Corporal de acuerdo con la OMS .....	73
12.4 Parámetros para evaluar el porcentaje de grasa corporal en adolescentes .....	74
12.4.1 Interpretación del porcentaje de grasa corporal en adolescentes hombres .....	74
12.4.2 Interpretación del porcentaje de grasa corporal en adolescentes mujeres .....	74
12.5 Pruebas estadísticas para la normalidad y homogeneidad de las varianzas .....	75
12.5.1 Prueba de normalidad por el estadístico Kolmogorov-Smirnov .....	75
12.5.2 Prueba de homogeneidad de varianza por el estadístico de Levene.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre los antioxidantes y la obesidad .....	8
Figura 2. Relación de la fibra dietética con la obesidad .....	12
Figura 3. Diagrama del diseño metodológico.....	21
Figura 4. Distribución general de la muestra por sexos .....	27
Figura 5. Frecuencia semanal de consumo de alimentos.....	31
Figura 6. Contribución del ácido ascórbico (a), compuestos polifenólicos totales (b), capacidad antioxidante por ABTS <sup>•+</sup> (c) y DPPH <sup>•</sup> (d), y de fibra dietética (e) en los alimentos de la dieta de los adolescentes.....	42
Figura 7. Aportación de los compuestos bioactivos por grupos de alimentos a la dieta de los adolescentes .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de porciones sugerida por grupo de alimentos para adolescentes de 13 a 18 años de edad (actividad física ligera o moderada).....	7
Tabla 2. Mediciones antropométricas de los adolescentes .....	28
Tabla 3. Distribución del porcentaje de grasa corporal de los adolescentes .....	28
Tabla 4. Distribución del índice de masa corporal de los adolescentes .....	29
Tabla 5. Distribución del índice cintura-talla de los adolescentes .....	29
Tabla 6. Frecuencia semanal de consumo por grupos de alimentos de los adolescentes .....	30
Tabla 7. Gramos consumidos al día de cada alimento por los adolescentes. ....	32
Tabla 8. Calidad de la dieta por medio del porcentaje de adecuación de energía y macronutrientes en la dieta de los adolescentes. ....	32
Tabla 9. Ácido ascórbico en alimentos (mg/100 g bh).....	34
Tabla 10. Compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante en alimentos (mg o $\mu\text{mol}/100\text{ g bh}$ ) .....	35
Tabla 11. Fibra dietética total en alimentos (g/100 g bh).....	36
Tabla 12. Ácido ascórbico y compuestos polifenólicos totales en los alimentos de consumo frecuente y su aportación en la dieta de los adolescentes.....	38
Tabla 13. Capacidad antioxidante en los alimentos de consumo frecuente y su aportación en la dieta de los adolescentes.....	39
Tabla 14. Fibra dietética en los alimentos de consumo frecuente y su aportación en la dieta de los adolescentes.....	40
Tabla 15. Correlación entre el estado de nutrición de los adolescentes y la ingesta de compuestos bioactivos .....	45

## **ABREVIATURAS**

<b>AA</b>	Ácido Ascórbico
<b>ABTS<sup>•+</sup></b>	Ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina)-6-sulfónico
<b>CA</b>	Capacidad Antioxidante
<b>CFCA</b>	Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos
<b>CPT</b>	Compuestos Polifenólicos Totales
<b>DPPH<sup>•</sup></b>	1,1-difenil-2-picrilhidracilo
<b>EAG</b>	Equivalentes de Ácido Gálico
<b>ENSANUT 2018</b>	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018
<b>ET</b>	Equivalentes de Trolox
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FD</b>	Fibra Dietética
<b>ICT</b>	Índice Cintura-Talla
<b>IDR</b>	Ingesta Diaria Recomendada
<b>IMC</b>	Índice de Masa Corporal
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>SMAE</b>	Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes
<b>%GC</b>	Porcentaje de Grasa Corporal

## RESUMEN

México experimenta una transición nutricional caracterizada por el aumento del sobrepeso y obesidad, principales problemas en adolescentes, demostrando la importancia de consumir alimentos con propiedades bioactivas. Esta investigación tuvo como objetivo estimar la ingesta dietética de antioxidantes y fibra dietética considerando los alimentos de consumo frecuente (>75%) en adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo; realizando un estudio observacional, analítico y transversal. Del proyecto “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en adolescentes” se tomaron datos antropométricos y dietéticos. En el sistema mexicano de alimentos equivalentes, NutriKcal, tesis de licenciatura y/o etiquetas nutricionales fue revisada la cantidad de ácido ascórbico, compuestos polifenólicos totales, capacidad antioxidante y fibra dietética, para estimar su ingesta en alimentos seleccionados. Se utilizó el programa SPSS versión 24. El 65 y 60% consumieron frutas y verduras, respectivamente. Solo en tortilla de maíz se observó diferencias estadísticas significativas por sexo ( $t=-2.59$ ;  $gl=278$ ;  $p=0.01$ ). El consumo de antioxidantes (CPT=1453 mg EAG; ABTS<sup>•+</sup>=390 mg EAA; DPPH<sup>•</sup>=9734  $\mu$ mol ET) fue similar a poblaciones europeas y a una muestra de adolescentes de Hidalgo; el consumo de ácido ascórbico (100 mg) y fibra dietética (27 g) fue mayor a las recomendaciones. Se encontraron correlaciones muy débiles entre indicadores antropométricos y la ingesta de compuestos bioactivos, concluyendo que un alto consumo de estos no es suficiente para mantener un adecuado estatus nutricional cuando existe una elevada ingesta de calorías, lípidos e hidratos de carbono (89, 87 y 89%), como ocurrió en la presente muestra.

Palabras clave: adolescentes, obesidad, antioxidantes, fibra dietética, ingesta dietética.

## ABSTRACT

Mexico is experiencing a nutritional transition characterized by increased overweight and obesity, main problems in adolescents, which demonstrate the importance of antioxidants and dietary fiber (DF) consumption with bioactive properties. The aim of this research was to estimate the antioxidants and DF intake, considering the most frequent consumed food (>75%) in adolescents from Pachuca de Soto, Hidalgo; performing an observational, analytical and cross-sectional study. Anthropometric and dietetic data were collected from the “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en adolescentes” project. In the Mexican system of equivalent foods, NutriKcal, tesis and/or nutritional labels was reviewed the amount of ascorbic acid, total polyphenolic compounds, antioxidant capacity and dietary fiber, to estimate intake in selected foods. SPSS 24 version program was used. 65 and 60% consumed fruits and vegetables, respectively. Significant statistical differences between sexes were showed in corn tortilla ( $t=-2.59$ ;  $gl=278$ ;  $p=0.01$ ). Antioxidants intake (TPC=1453 mg GAE; ABTS<sup>•+</sup>=390 mg AAE; DPPH<sup>•</sup>=9734  $\mu$ mol TE) was similar to European populations and an adolescent sample from Hidalgo; AA and DF consumption was higher than the recommendations. Very weak correlations between anthropometric indicators and bioactive compounds consumed were found, concluding that a high intake of bioactive compounds is not sufficient to maintain an adequate nutritional status when there is a high intake of calories, lipids and carbohydrates (89, 87 and 89%), as occurred in the sample.

Key words: adolescents, obesity, antioxidants, dietary fiber, dietary intake

## I. INTRODUCCIÓN

En 2016 a nivel mundial el 39% de población adulta tenían sobrepeso y obesidad, mientras que, la prevalencia en niños y adolescentes es de más del 18% (1); no obstante, en México de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 (ENSANUT 2018) el 75.2% de los habitantes tienen sobrepeso u obesidad (2), siendo estos los principales problemas de salud en adolescentes, ya que, 1 de cada 3 adolescentes lo padecen (3) con una prevalencia combinada de 38.4% (2). Es importante señalar que el exceso de peso predispone a la presencia de enfermedades no transmisibles que pueden perdurar durante la edad adulta (4). Sin embargo, se conoce que el consumo de frutas y verduras ha demostrado efectos benéficos para disminuir el sobrepeso y la obesidad, principalmente por su alto contenido en fibra dietética (FD) y antioxidantes (5–10). No obstante, son escasas las investigaciones que se enfoquen en el consumo total de FD y antioxidantes, y que en conjunto se relacionen con el estado de nutrición.

Tomando en cuenta estos planteamientos se llegó a la necesidad de cuantificar la ingesta dietética de antioxidantes y fibra dietética considerando los alimentos de consumo frecuente en adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo. Se obtuvo una muestra de adolescentes, hombres y mujeres, alumnos de cuatro escuelas secundarias del municipio de Pachuca de Soto Hidalgo en los meses de septiembre de 2019 a enero de 2020. De dicha muestra, se podrá observar los datos antropométricos, los cuales nos permitirán dar un diagnóstico del estado de salud de los adolescentes, partiendo de dichos indicadores. Los indicadores dietéticos se obtuvieron a partir de la aplicación de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA), indicando los alimentos de mayor consumo, así como, el consumo en gramos por día de cada uno de los alimentos y así indicar diferencias estadísticas por sexo. Consecutivamente, se indagó de forma teórica el contenido de compuestos bioactivos (FD y antioxidantes) de los alimentos de mayor frecuencia en el etiquetado nutricional (si aplica), en el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE), en un software de nutrición NutriKcal y/o en los datos obtenidos de la tesis de Escamilla-Gutiérrez y López García (2018), debido a que en esa investigación se analizaron en laboratorio la cantidad de antioxidantes en los alimentos de mayor consumo en adolescentes de una muestra de Mineral de la Reforma, Hidalgo (11)

Todo esto con el propósito de estimar la ingesta de antioxidantes y FD, para finalmente correlacionarse con el estado de nutrición de los adolescentes, demostrando si el consumo de estos compuestos bioactivos ejerce efectos benéficos para combatir el principal problema durante la adolescencia, que es el sobrepeso y la obesidad.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Generalidades

#### 2.1.1 *Transición alimentaria y problemas de salud en México*

México experimenta transiciones epidemiológicas (12,13), demográficas y nutricionales las cuales han provocado que la población abandone sus costumbres y adopte nuevos patrones que modifican por completo la forma de alimentarse y su gasto energético; induciendo a la pérdida de la cultura alimentaria tradicional (13). Generando así, un cambio en la dieta de la población mexicana, debido a la sustitución de alimentos étnicos tradicionales por alimentos procesados y de fácil acceso (12,13), los cuales se caracterizan por un alto contenido de azúcar, grasas saturadas, colesterol y sodio (13,14), en contraste poseen un bajo contenido de Fibra Dietética (FD) y agua, además de tener una alta densidad energética (13). La disponibilidad de alimentos industrializados ha aumentado y la de los alimentos frescos ha disminuido por el aumento en sus costos (13).

Las leguminosas como el frijol, cereales de grano entero como el maíz y algunas verduras como el chile fueron base fundamental en la dieta mexicana (12,13) y han sido sustituidos por productos con cereales refinados, altos en azúcar agregada o grasas saturadas y bebidas con un alto contenido energético (13), aunado a esto, el consumo de refresco en México es de gran aporte a la ingesta energética (163 litros/persona/día) (15), al mismo tiempo que aproximadamente el 15% de la población no ingiere agua simple (16). El maíz ha sido un alimento base de la alimentación mexicana (12,13), sin embargo, la tortilla de maíz se ha sustituido por tortilla elaborada con harinas comerciales previamente nixtamalizadas (17) y por los derivados de la harina refinada de trigo y el arroz (13). Conjuntamente, en México, existe una amplia variedad de verduras y frutas durante gran parte del año (7,18), a pesar de esto, su consumo en adolescentes es bajo de acuerdo con la ENSANUT 2018, donde se reporta que solo el 24.9% consumen verduras y el 35.2% frutas (2).

Las transiciones que México experimenta están caracterizadas por un aumento en la morbilidad y mortalidad a causa de enfermedades no transmisibles (12,13) y de sus factores de riesgo metabólicos, como lo son el sobrepeso y la obesidad (13); principalmente en

regiones urbanas (1). Aunado a ello, la ENSANUT 2018 reporta que el 10.3% de la población mexicana adulta indicó tener un diagnóstico previo de diabetes; el 28% informaron tener un diagnóstico de hipercolesterolemia, en tanto que la prevalencia de hipertensión arterial es de 18.4% (2). La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en adultos es de 75.2%; mientras que, en los adolescentes de 12 a 19 años, es de 38.4% (14.6% obesidad y 23.8% sobrepeso) (2). Para las mujeres el sobrepeso se presentó en el 27%, mientras que el porcentaje obesidad fue de 14.1%; en el caso de los hombres la prevalencia de sobrepeso fue de 20.7% siendo ligeramente menor la obesidad con un 15.1% (2). Dichas prevalencias se ven relacionadas con que la obesidad y sus consecuencias, son los principales problemas relacionados con la nutrición durante la adolescencia (19). El exceso de peso es un factor de riesgo que predispone a la resistencia a la insulina y al síndrome metabólico, estas enfermedades pueden permanecer hasta la adultez, por lo que es importante el desarrollo de estrategias para la prevención del sobrepeso y obesidad en adolescentes (4).

### *2.1.2 Adolescencia*

El término de adolescencia se entiende como el periodo de crecimiento y desarrollo que se presenta desde los 10 hasta los 19 años de edad(20), dividida en dos: adolescencia temprana, de los 10 a 14 años, y adolescencia tardía, de los 15 a 19 años (21); caracterizada por un ritmo acelerado de crecimiento y de cambios, los cuales están condicionados por los procesos biológicos que presenta el cuerpo humano (20). Dentro de estos procesos, se presenta un incremento hormonal en las mujeres (estrógenos y progesterona) y en los hombres (testosterona y andrógenos), el cual se ve relacionado con el aumento en los requerimientos energéticos (13) y en la composición corporal de los adolescentes (22), por tal motivo la evaluación nutricional en este grupo etario es distinta a evaluación en niños o adultos.

#### *2.1.2.1 Evaluación nutricional*

La evaluación del estado nutricional es un conjunto de información actualizada que permite establecer los objetivos, planificar, dar seguimiento y evaluar si las necesidades nutricias se están cubriendo o no, respecto al estado de salud (23). Dentro de esta evaluación se encuentran los indicadores antropométricos, bioquímicos, clínicos y dietéticos (24).

#### 2.1.2.1.1 *Indicadores antropométricos*

La antropometría se refiere a las mediciones físicas corporales (25). Con los indicadores antropométricos se puede analizar la composición corporal al evaluar el crecimiento y el desarrollo físico de un individuo de forma objetiva para poder cuantificar la variación de la composición del cuerpo humano y sus dimensiones físicas (22). Existe una diferencia en función del sexo respecto a la composición corporal, debido a que en las mujeres la masa grasa es mayor que en los hombres donde su masa magra predomina (26).

Las principales mediciones antropométricas utilizadas para los adolescentes es el peso, la talla, los pliegues adiposos (pliegue del tríceps subescapular) y la circunferencia de cintura (27). Por consiguiente, los indicadores más empleados son el Índice de Masa Corporal (IMC) (27,28), porcentaje de Grasa Corporal (%GC) (27) y el Índice Cintura-talla (ICT) (29). El IMC, a pesar de ser económico y fácil de utilizar, no es un indicador que mida el %GC de forma directa; en el caso de este grupo etario se aplica un IMC específico para sexo y edad (28).

#### 2.1.2.1.2 *Indicadores dietéticos*

Los indicadores dietéticos evalúan el consumo de alimentos (cantidad, calidad, tipo e incluso forma de preparación) de un individuo, así como los patrones de consumo (30). Refiriéndose a la dieta como el conjunto de alimentos que se ingieren cada día, los cuales van a constituir la unidad de la alimentación (31).

Algunos instrumentos para la recolección de datos dietéticos es el recordatorio de 24h y el Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (CFCA) (32). Sin embargo, el CFCA es la herramienta más utilizada en los estudios epidemiológicos con el propósito de buscar relacionar la ingesta dietética y la enfermedad o el factor de riesgo. Este se compone principalmente de una lista de alimentos, frecuencia de consumo y por último el tamaño de la ración ingerida (33).

Los CFCA, se han utilizado para determinar el consumo de antioxidantes y de fibra dietética (FD). Por ejemplo, en el estudio realizado por Holt *et al.* (34) por medio de un CFCA se determinó 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. De igual manera, Puchau *et al.*(8), buscaron probar la asociación entre el consumo de la Capacidad Antioxidante (CA) en la dieta y los marcadores de obesidad en niños y adolescentes con obesidad, utilizando un CFCA validado para estimar la capacidad antioxidante (CA), nutrientes diarios y el consumo de energía. Mientras que, en el estudio realizado por Souki *et al.*(35) se buscó la asociación entre el consumo de FD con indicadores antropométricos, presencia de síndrome metabólico y sus componentes individuales en niños y adolescentes, utilizando un CFCA para obtener información sobre la ingesta de alimentos.

#### *2.1.2.2 Hábitos alimentarios*

Además de la evaluación nutricional por medio de indicadores, los hábitos alimentarios son de gran relevancia debido a que se entienden como un conjunto de conductas que se obtienen a lo largo de la vida por medio de la repetición de eventos respecto a la selección, preparación e ingesta de alimentos; dependiendo de las características sociales, económicas y culturales de un individuo o población (31).

Durante la adolescencia, al ser una etapa de poca estabilidad psicosocial y emocional, los principales hábitos alimentarios dependen más de la moda dejando a un lado las decisiones saludables (36). Algunos hábitos que se adoptan en esta etapa son: la omisión de tiempos de comida 3 veces por semana o más, poco apetito, consumo de comida rápida o en restaurantes y conductas de alimentación poco saludables, como el uso de laxantes, diuréticos o pastillas para la pérdida de peso (27).

A nivel nacional acorde con la ENSANUT 2018, solo el 24.9% de adolescentes consumen regularmente verduras, 35.2% frutas y 37.0% leguminosas. Sin embargo, el 85.7% consumen bebidas azucaradas no lácteas, 35.2% cereales dulces y 53.7% botanas, dulces y postres, siendo grupos de alimentos no recomendables para el consumo cotidiano (2). Dichos hábitos no saludables sugieren la implementación de medidas para la prevención de enfermedades o factores de riesgo como el sobrepeso y obesidad.

### 2.1.2.3 Prevención de los principales problemas de salud

Las guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana hacen una recomendación de consumo de alimentos para adolescentes, respecto al número de equivalentes consumidos por grupo de alimentos, la cual se muestra en la Tabla 1.

Se sugiere que los valores bajos de energía sean para las mujeres, en tanto que los valores superiores se consideren para los hombres (37). Considerando un bajo consumo de lípidos y azúcares simples (37) y prefiriendo el consumo de cereales enteros e integrales y el aumento del consumo de agua simple, verduras, frutas y leguminosas; con el fin de aumentar la ingesta de FD y de antioxidantes (7). Siendo sustancial considerar que el consumo de verduras y frutas tiene un papel importante en la prevención del sobrepeso y obesidad, debido a su alto contenido de FD y antioxidantes (5–10).

Tabla 1. Número de porciones sugerida por grupo de alimentos para adolescentes de 13 a 18 años de edad (actividad física ligera o moderada)

Grupo de alimentos	Número de porciones en base a Kcal/día			
	13 a 15.11 años		16 a 18.11 años	
	2000	2300	2400	2600
Verduras	3	4	4	4
Frutas	3	3	3	4
Cereales	8	10	11	11
Leguminosas	2	2.5	2.5	4
Leche	2	2	2	2
Aceites y grasas	5	5	5	6
Azúcares	2	3	3	4

Modificado de Bonvecchio *et al.* (37).

### 2.1.3 Antioxidantes

Se entiende como antioxidantes a aquellas sustancias que previenen o evitan la oxidación y en conjunto ayudan al mantenimiento de la membrana celular inactivando a los radicales

libres (31,38), neutralizando daños oxidativos y previniendo enfermedades (39). Los radicales libres son moléculas con un electrón desapareado (38), sustancias capaces de dañar y destruir a moléculas saludables (40).

Cuando se presenta un desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno/nitrógeno (radicales libres) y la capacidad del organismo para contrarrestar esta acción (protección antioxidante), se genera lo que conocemos como estrés oxidativo (41). Los antioxidantes inhiben los efectos del estrés oxidativo de manera enzimática o no enzimática (40,42).

El antioxidante dietético se refiere a una sustancia dentro de los alimentos de consumo cotidiano (43), los cuales han demostrado efectos benéficos para la salud humana actuando como antiinflamatorio (10,44), antibacteriano (45) y neuroprotector (46,47), además presentan acción protectora para enfermedades cardiovasculares (10,47), cáncer (10,47–49), diabetes tipo 2 (10,47,50), osteoporosis (47,51), artritis (52) y obesidad (5,8,10).

El adipocito es considerado hormonalmente activo, al tener una importante contribución en el control metabólico y relacionarse con la producción de especies reactivas de oxígeno; por lo tanto, la obesidad está relacionada con el estrés oxidativo siendo un proceso inicial de respuesta; con la producción de especies reactivas de oxígeno se da lugar a un proceso inflamatorio crónico de bajo grado, el cual estará caracterizado por altos niveles plasmáticos de citoquinas proinflamatorias (Figura 1) (53).

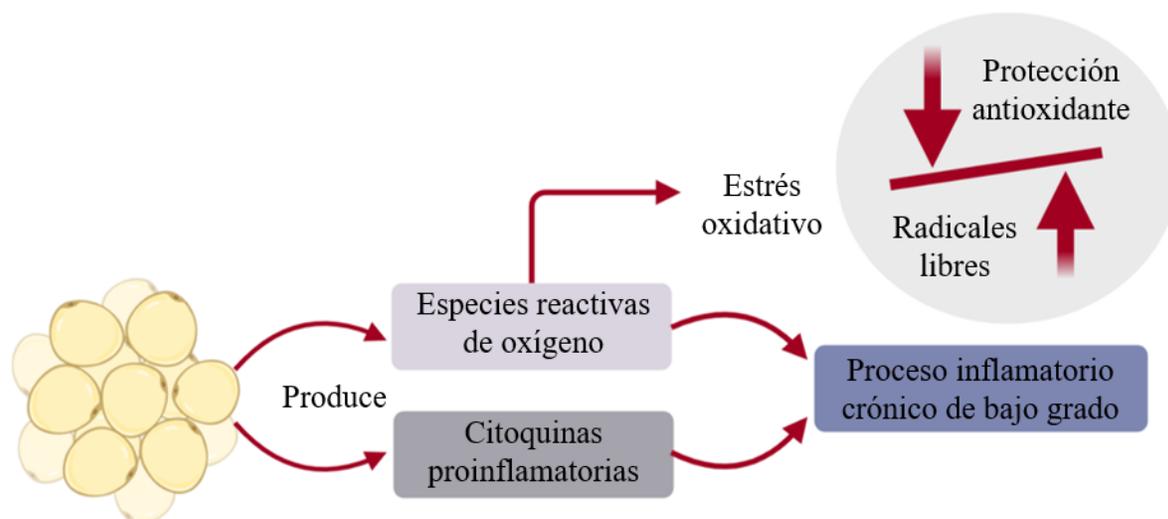


Figura 1. Relación entre los antioxidantes y la obesidad

### 2.1.3.1 Clasificación

Los antioxidantes se clasifican en enzimáticos y no enzimáticos, primarios o secundarios endógenos y exógenos, hidrosolubles y liposolubles, naturales o sintéticos (41).

De acuerdo con sus mecanismos químicos, los antioxidantes son primarios y secundarios (41,54), los primarios actúan principalmente rompiendo las cadenas, capaces de donar hidrógeno a radicales libres en tanto los secundarios actúan inhibiendo el oxígeno singlete, descomponiendo peróxido, además de actuar como queladores metálicos, inhibidores enzimáticos o como absorbentes de radiación UV (41).

En el caso de los antioxidantes endógenos podemos encontrar a los mecanismos naturales de defensa del cuerpo humano (55), como las enzimas (40,41), ácido úrico, bilirrubina, metaloproteínas como ferritina, transferrina, lactoferrina, ceruloplasmina; mientras que los antioxidantes exógenos se localizan en los alimentos o suplementos (41,55) en forma de ácido ascórbico (AA), tocoferoles, carotenoides, compuestos polifenólicos, flavonoides y no flavonoides entre otros (41). El AA o vitamina C, además de actuar como antioxidante no enzimático, es hidrosoluble y se encuentra en el plasma (56,57); actuando como neutralizador de radicales libres, reductor de hierro, regenerando la vitamina E y siendo cofactor de enzimas  $\alpha$ -cetoglutarato dioxigenasas (56).

Además, pueden clasificarse en sintéticos y naturales (39). Existe una gran variedad de antioxidantes naturales presentes en los alimentos, tan solo los fenólicos son más de 8,000 compuestos compartiendo la estructura principal del grupo fenol. Se pueden clasificar dependiendo del número de grupos fenólicos como simples (ácidos fenólicos) o polifenoles (flavonoides, estilbenos, taninos, entre otros) (42).

Los polifenoles se generan en mínimas concentraciones en los tejidos de las plantas para defenderlas de la luz ultravioleta, asimismo de las agresiones de algunos hongos, generándose en mayor medida cuando se presentan situaciones de estrés (43).

### 2.1.3.2 *Fuentes alimentarias*

Las principales fuentes de antioxidantes son las verduras y frutas (47,58–63). Para el grupo de verduras se menciona como fuente de antioxidantes a las acelgas, jitomate, zanahoria, espinacas, ajo, cebolla, hierbabuena, menta, albaca, calabacita, betabel y verdolagas (58). En las frutas se encuentra a la ciruela, frambuesa, cereza (47), fresa, arándano, manzana, uva, pera (47,58), naranja, limón, toronja, mandarina, guayaba, kiwi, mango, melón (58), tuna (58,60,61) y xoconostle (62,63).

En el grupo de cereales se distingue al arroz integral, avena, tortillas de maíz y elote como fuente de antioxidantes (58). Asimismo, las leguminosas (47) como la soya y los frijoles (58) presentan cantidades considerables de estas sustancias. En los aceites y grasas se ubica al aguacate, aceite de oliva y oleaginosas alimentos considerados como fuente de antioxidantes, al igual que en el grupo de azúcares, el cacao y sus derivados como el licor de cacao, el chocolate amargo y la cocoa (58). Por último, algunas bebidas como el vino tinto (47,58), té verde (47,58,64), té negro, café, agua de Jamaica e incluso algunas bebidas típicas de México como lo es el pozol, contribuyen a la ingesta de antioxidantes en la dieta (47,58).

Las principales fuentes de AA se encuentran entre las frutas y verduras, principalmente los cítricos (56), como el kiwi, fresa, naranja, limón (56,65), y en el grupo de verduras encontramos el jitomate, coliflor (56), pimiento morrón rojo y verde, cebollín (56,65).

### 2.1.3.3 *Capacidad antioxidante*

La CA se entiende como la habilidad que posee un conjunto de componentes para prevenir o detener las reacciones oxidativas a nivel molecular (66). Por lo que sería erróneo considerar como CA total a cualquier compuesto antioxidante de forma individual en los alimentos (59).

Los fenoles en especial los flavonoides tienen una gran relación con la CA, por lo que son ampliamente aceptados como principal parámetro para evaluar el potencial antioxidante, sin embargo, no son los únicos compuestos responsables de esta capacidad (67).

Esta CA se puede ver afectada por los tratamientos térmicos que los alimentos reciban, se ha observado en verduras, frutas y granos con tratamientos a temperatura elevada (90-120°C)

generan efectos perjudiciales en los fenoles y flavonoides reduciendo su actividad antioxidante, debido a la oxidación de estos compuestos (59).

#### 2.1.4 *Fibra dietética*

Además de los antioxidantes, la fibra dietética (FD) es otro compuesto bioactivo con efectos benéficos para la salud, el Codex Alimentarius define a la FD como los polímeros de carbohidratos no hidrolizados por enzimas en el intestino delgado, los cuales pueden pertenecer a tres categorías: la primera se refiere a aquellos polímeros comestibles presentes de forma natural en los alimentos, la segunda a los polímeros obtenidos a partir de materias primas alimenticias por medios físicos, enzimáticos o químicos y por último aquellos polímeros sintéticos que poseen efectos fisiológicos que benefician a la salud (68). Mientras que la administración de alimentos y medicamentos (FDA por sus siglas en inglés), refiere a la FD como aquellos carbohidratos no digeribles (solubles e insolubles) y la lignina presente en las plantas, o en todo caso carbohidratos no digeribles aislados o sintéticos que poseen efectos fisiológicos benéficos para la salud humana (69).

Por lo tanto, la FD es la parte comestible de los alimentos la cual es resistente al proceso digestivo y de absorción en el intestino delgado, además produce una fermentación total o parcial dentro del intestino grueso (31,70), generando efectos positivos para la salud del cuerpo humano (68,69). El consumo insuficiente de FD se relaciona con el desarrollo de enfermedades no transmisibles (31). En contraste un consumo adecuado de fibra previene o ejerce efectos protectores hacia enfermedades digestivas (71) y algunas otras como la hipertensión (72), diabetes tipo 2 (73), cáncer colorrectal (74), enfermedades cardiovasculares (75) y obesidad (6,9,35).

El mecanismo de acción de la FD en la obesidad (Figura 2), ha sido representado por tres aspectos: el primero, se refiere a una menor ingesta dietética provocada por el consumo de alimentos fuente de FD, los cuales promueven la saciedad al tener una menor cantidad de energía en un mayor volumen (6,76); el segundo es por una menor absorción de nutrientes debido a la propiedad de gel que tiene la fibra soluble (76); y finalmente, la modificación de la respuesta metabólica, ya que a causa de la fermentación en el intestino grueso se forman ácidos grasos de cadena corta (butirato, propionato y acetato), los cuales promueven o

inhiben la secreción de hormonas (77) y péptidos intestinales (76), los cuales actúan como factores de saciedad y apetito (76,77). Por otro lado, se puede sugerir la participación sinérgica de los fitoquímicos (fenoles, carotenoides, lignanos e inulina) en los efectos benéficos sobre la obesidad (6).

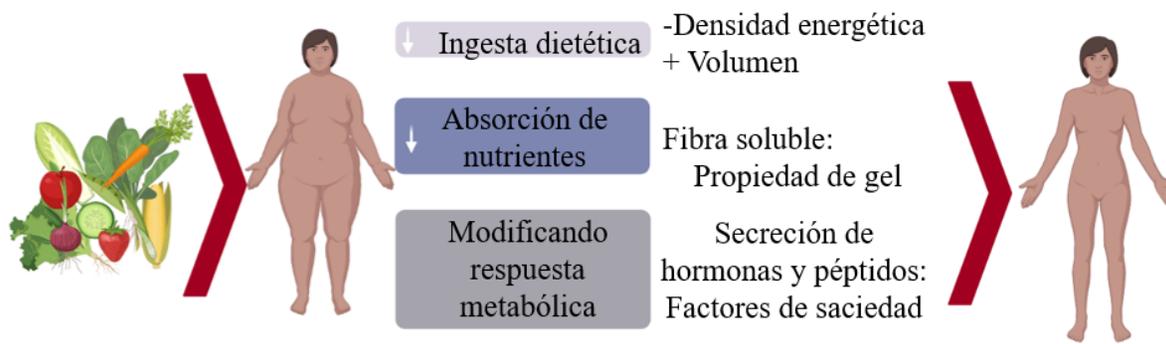


Figura 2. Relación de la fibra dietética con la obesidad.

#### 2.1.4.1 Clasificación

La FD puede ser categorizada de acuerdo con sus fuentes, composición, solubilidad, fermentación, sitio y productos de la digestión y por sus efectos fisiológicos (70). Sin embargo, estas categorías no pueden ser utilizadas para clasificar a la FD cubriendo todas sus características, por lo tanto, la principal clasificación de esta corresponde a la solubilidad que posee en agua (70), por lo que se divide en fibra soluble y fibra insoluble (31,70,78), teniendo estas dos clasificaciones diferentes efectos fisiológicos (70).

##### 2.1.4.1.1 Fibra soluble

La fracción soluble de la FD contempla al almidón resistente, pectinas, gomas, mucílagos, hemicelulosas y polisacáridos (79). Su principal característica es la formación de geles por ser compuestos con alta retención de agua, a esta propiedad se le atribuye efectos benéficos para la salud como el aplazamiento del vaciamiento gástrico y la reducción de la absorción de nutrientes en el intestino delgado (79); como la disminución de los niveles de colesterol sanguíneo (80), glucosa y otros nutrientes, debido a esta principal característica.

#### *2.1.4.1.2 Fibra insoluble*

Este tipo de FD se incluye a la celulosa, lignina y otros polifenoles, su principal característica se relaciona con la formación de las heces fecales, así como el tránsito intestinal, aumentando el volumen y reduciendo el tiempo (79); además de ser precursor de los movimientos peristálticos los cuales ayudan a la prevención o tratamiento del estreñimiento (80).

#### *2.1.4.2 Fuentes alimentarias*

Un componente importante para una dieta saludable es la FD la cual podemos encontrarla naturalmente en todos los alimentos de origen vegetal (71), como las verduras, frutas, cereales (31,71,78), oleaginosas (71,78) y leguminosas (31,71). La FD insoluble se encuentra principalmente en las semillas maduras como los cereales, leguminosas y oleaginosas; mientras que, la soluble se ubica en vegetales frescos como las frutas y verduras (71). Los orejones de chabacano o durazno, ciruela pasa, pasas, almendras y nueces son alimentos considerados fuente de FD (31).

## 2.2 Antecedentes del problema

La Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de vitamina C o ácido ascórbico (AA) para población mexicana, es de 60 mg (81,82). Mientras que, a nivel mundial el 20% de la población tuvo un consumo menor a la recomendación entre 1960 y 2011 (56,83). Conjuntamente, existe el registro en cuanto a la ingesta total en adultos polacos (84) y estadounidenses (85) de 107 y 95.5 mg/persona/día, respectivamente; donde la principal fuente de esta vitamina fueron las frutas seguido de las verduras.

En Estados Unidos se ha registrado un consumo aproximado de polifenoles de 1 g/día (86). Sin embargo, en México no existe información acerca de las cantidades de compuestos polifenólicos totales (CPT) que se consumen en la población en general y por ende no se conoce la cantidad que ingieren los adolescentes. No obstante, se ha encontrado que el consumo de frutas y verduras a nivel nacional durante la adolescencia es bajo (2), siendo estos grupos de las principales fuentes de antioxidantes (87).

En un estudio realizado por Saura-Calixto y Goñi (88), en 2006, hallaron que la ingesta de polifenoles en la dieta mediterránea de la población española fue de 1171 mg Equivalentes de Ácido Gálico (EAG), además analizaron la CA de esta misma dieta por los métodos ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS<sup>+</sup>), reportando 3549  $\mu$ mol Equivalentes de Trolox (ET)/día/persona (88). Esta actividad en la dieta estuvo representada por el 68% de las bebidas, 20% frutas y verduras, 8% oleaginosas y leguminosas y finalmente los cereales y aceites vegetales con menores contribuciones. Posteriormente, en el 2007 se volvió a evaluar la dieta mediterránea en el estudio realizado por Saura-Calixto *et al.* (89), estimándose una ingesta total de CPT de 2590 a 3016 mg/persona/día, donde los cereales fueron el grupo de mayor contribución de polifenoles a la dieta.

Asimismo, el consumo de polifenoles también ha sido evaluado en población española con alto riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares por medio del método de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC, por sus siglas en ingles), reportando un consumo de 820 mg/día, donde el grupo de frutas fue el de mayor contribución con el 44% de los polifenoles consumidos, las verduras con un 12%; mientras que las bebidas

alcohólicas, los cereales, el aceite de oliva, las oleaginosas y semillas, productos de cocoa y las leguminosas aportaron menos del 10% a la ingesta total (90).

En México se realizó un estudio para estimar la ingesta de antioxidantes, en una muestra de mujeres adultas con obesidad de una comunidad rural del estado de Querétaro, donde se halló que las frutas y verduras aportaron a la dieta 80.60 y 30.92 mg Equivalentes de Ácido Ascórbico (EAA), respectivamente (91). Mientras que, en Italia se evaluó la dieta en adultos, determinando una CA de 5000  $\mu\text{mol ET}$ , siendo las bebidas alcohólicas las de mayor contribución 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 las oleaginosas con 0.3% (92). Adicionalmente, en el proyecto de investigación realizado en adolescentes de Hidalgo, por Escamilla-Gutiérrez y López-García (11), en 2018, se halló un consumo de polifenoles totales de 1484.01 mg EAG, siendo el grupo de frutas y verduras los de mayor contribución con un 59%; así como una CA medida por ABTS<sup>++</sup> y 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH<sup>\*</sup>) de 345.67 mg EAA y 5399.14  $\mu\text{mol ET}$ , correspondientemente; donde los cereales fueron el grupo de mayor aporte con el 57 y 59%, respectivamente.

No existe una ingesta diaria recomendada para el consumo de CPT, sin embargo, se realizó una recomendación, con base en estudios epidemiológicos, de alcanzar una CA total de 4.7  $\mu\text{mol ET}$  por caloría consumida en la dieta, representando 9200  $\mu\text{mol ET}$  para una dieta de 2000 calorías(93,94).

En la investigación realizada en adolescentes de Hidalgo de 2018 se halló una asociación negativa muy débil entre el IMC y el %GC y el consumo de antioxidantes (11). Por el contrario, en un estudio realizado en España con niños y adolescentes se pudo observar que el consumo de antioxidantes estaba inversamente relacionado con el %GC y el IMC, especialmente en sujetos con obesidad (8). Esta asociación inversa sugiere que podría existir un 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 dietaría puede funcionar como un predictor

potencial del riesgo de desarrollar obesidad, tan efectivo como el IMC y el %GC en niños y adolescentes (8).

De acuerdo con el comité de expertos Food and Agriculture Organization/Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS) se recomienda una ingesta diaria de FD para adultos de 25 g/día (95), en adolescentes mexicanos esta recomendación aumenta a 30 g/día para hombres y de 25 a 30 g/día para mujeres (96). El consumo de FD a nivel nacional es de 13 g/día en la población total, no obstante, en los adolescentes esta ingesta incrementa a 24 g/día para los hombres y 21 g/día para las mujeres (97,98). Sin embargo, en todos los subgrupos de la población mexicana la ingesta promedio de FD es menor a la ingesta adecuada (95,96).

En el estudio realizado por Larry Tucker y Kathryn Tomas (9) se determinó si la ingesta de FD total, soluble e insoluble influye en el aumento de peso y %GC con el tiempo en mujeres adultas canadienses; se midió la dieta por medio de registros de pesos de alimentos por 7 días y lo que se encontró es que aquellas que disminuyeron el consumo de FD durante 2 años tenían un mayor riesgo de aumentar su peso y %GC, dicho en otras palabras el aumento en el consumo de FD reduce el riesgo del aumento de peso y el %GC, independientemente de la actividad física, la ingesta de grasa, entre otros. Conjuntamente, en el estudio realizado por Souki *et al.* (35), en niños y adolescentes venezolanos, se halló diferencias significativas en el consumo de FD entre niños y adolescentes sin obesidad y con ella, por lo que el menor consumo de FD está asociado con una mayor presencia de obesidad y de componentes del síndrome metabólico, además que el consumo de frutas parece incidir de forma positiva en la salud metabólica de niños y adolescentes. Asimismo, encontraron un consumo por debajo de lo recomendado por la OMS, siendo el grupo de cereales el de mayor aportación (35).

### *2.3 Planteamiento del problema*

México experimenta una transición nutricional, caracterizada por la pérdida de la cultura alimentaria tradicional la cual ha sido sustituida por el consumo de alimentos procesados y de fácil acceso; esta transición ha generado un aumento en la morbilidad y mortalidad por enfermedades no transmisibles (12,13) y de sus factores de riesgo metabólicos como el sobrepeso y la obesidad. La ENSANUT 2018 reporta prevalencias combinadas de sobrepeso y obesidad de 75.2% en adultos, mientras que en adolescentes es de 38.4% (2), siendo de los principales problemas de salud en este último grupo etario. El exceso de peso es un factor de riesgo para enfermedades no transmisibles durante la adultez, por lo que es de gran relevancia la prevención y tratamiento del sobrepeso y la obesidad durante la adolescencia (4). El consumo de frutas y verduras ha demostrado un efecto preventivo para el sobrepeso y la obesidad por su alto contenido en antioxidantes y FD.

La estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud de la OMS, en cuanto a la dieta recomienda a la población mantener un equilibrio calórico y un peso saludable por medio de la reducción del consumo de grasas saturadas, azúcares libres y sodio, además de incrementar el consumo de frutas, verduras, legumbres, cereales integrales y frutos secos. Al mismo tiempo esta organización recomienda considerar la situación local en donde se pretende aplicar esta estrategia debido a las diferencias culturales existentes (99).

Por lo que es importante conocer la ingesta total de componentes bioactivos en la dieta de los adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo, para en un futuro generar estrategias de prevención del sobrepeso y la obesidad.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Los antioxidantes ejercen efectos benéficos para la salud actuando principalmente como antiinflamatorio, asimismo, como antibacteriano y neuroprotector; mientras que la fibra dietética genera efectos positivos para el cuerpo humano ejerciendo efectos protectores para algunas enfermedades; además, ambos compuestos bioactivos se relacionan con mecanismos de acción para contrarrestar o prevenir la obesidad. La presente investigación contribuirá con información respecto a la aproximación del consumo total de antioxidantes y FD en adolescentes del municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo y además a la asociación con el estado de nutrición; debido a que existen pocos estudios que aborden dicho tema.

Conjuntamente, los hallazgos de este trabajo motivarán la implementación de recomendaciones nutricionales para el tratamiento y la prevención del sobrepeso y la obesidad basadas en la ingesta de estos compuestos bioactivos.

### **IV. HIPÓTESIS**

El consumo de alimentos fuente de antioxidantes es bajo entre los adolescentes, teniendo un consumo superior los hombres en comparación con las mujeres.

El consumo de fibra dietética y ácido ascórbico de los adolescentes es menor a las recomendaciones establecidas para población mexicana.

El estado de nutrición está inversamente relacionado con la ingesta de antioxidantes y fibra dietética.

## **V. OBJETIVOS**

### *5.1 Objetivo General*

Estimar la ingesta dietética de antioxidantes y fibra dietética considerando los alimentos de consumo frecuente en adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo.

### *5.2 Objetivos Específicos*

- Describir el estado nutricional en la muestra de adolescentes a través de indicadores antropométricos y dietéticos.
- Determinar el consumo de alimentos en adolescentes utilizando un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.
- Investigar sobre el contenido de polifenoles, ácido ascórbico, capacidad antioxidante (ABTS<sup>•+</sup> y DPPH<sup>•</sup>) y fibra dietética en los alimentos de mayor consumo por los adolescentes, por medio de información bibliográfica.
- Estimar la ingesta de compuestos bioactivos utilizando la información reportada en el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos y el contenido de compuestos bioactivos de los alimentos obtenido de fuentes bibliográficas.
- Establecer la correlación entre el estado de nutrición y la ingesta estimada de compuestos bioactivos en adolescentes.

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### *6.1 Tipo de Estudio*

Estudio observacional de tipo analítico y transversal

### *6.2 Diseño de Estudio*

Los datos de la evaluación nutricional en adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo se tomaron del proyecto de investigación titulado “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en 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 el código asignado por el comité: CEEI-00004-2019 (Anexo 1). De la evaluación nutricional únicamente se contemplaron a los indicadores antropométricos y dietéticos, debido a su factibilidad al realizar estudios de nutrición poblacional.

Mientras que, la información nutricional de los alimentos se obtuvo de las siguientes fuentes: 1) SMAE, 2) Software de nutrición “NutriKcal”, 3) Etiquetado nutrimental en productos procesados y/o 4) Tesis de Escamilla-Gutiérrez y López García (2018) (11).

### *6.3 Diagrama de diseño experimental*

La Figura 3 describe la metodología que se llevó a cabo para el presente estudio, refiriendo como primera parte toda la evaluación nutricional de los adolescentes realizada en el trabajo de investigación previamente mencionado (color gris oscuro) y las cantidades de compuestos bioactivos en los alimentos que se encontraron teóricamente. Mientras que, en la parte inferior se describe el cálculo que se realizó para aproximar la cantidad de antioxidantes y FD que consumieron los adolescentes para finalmente correlacionarse con los indicadores antropométricos.

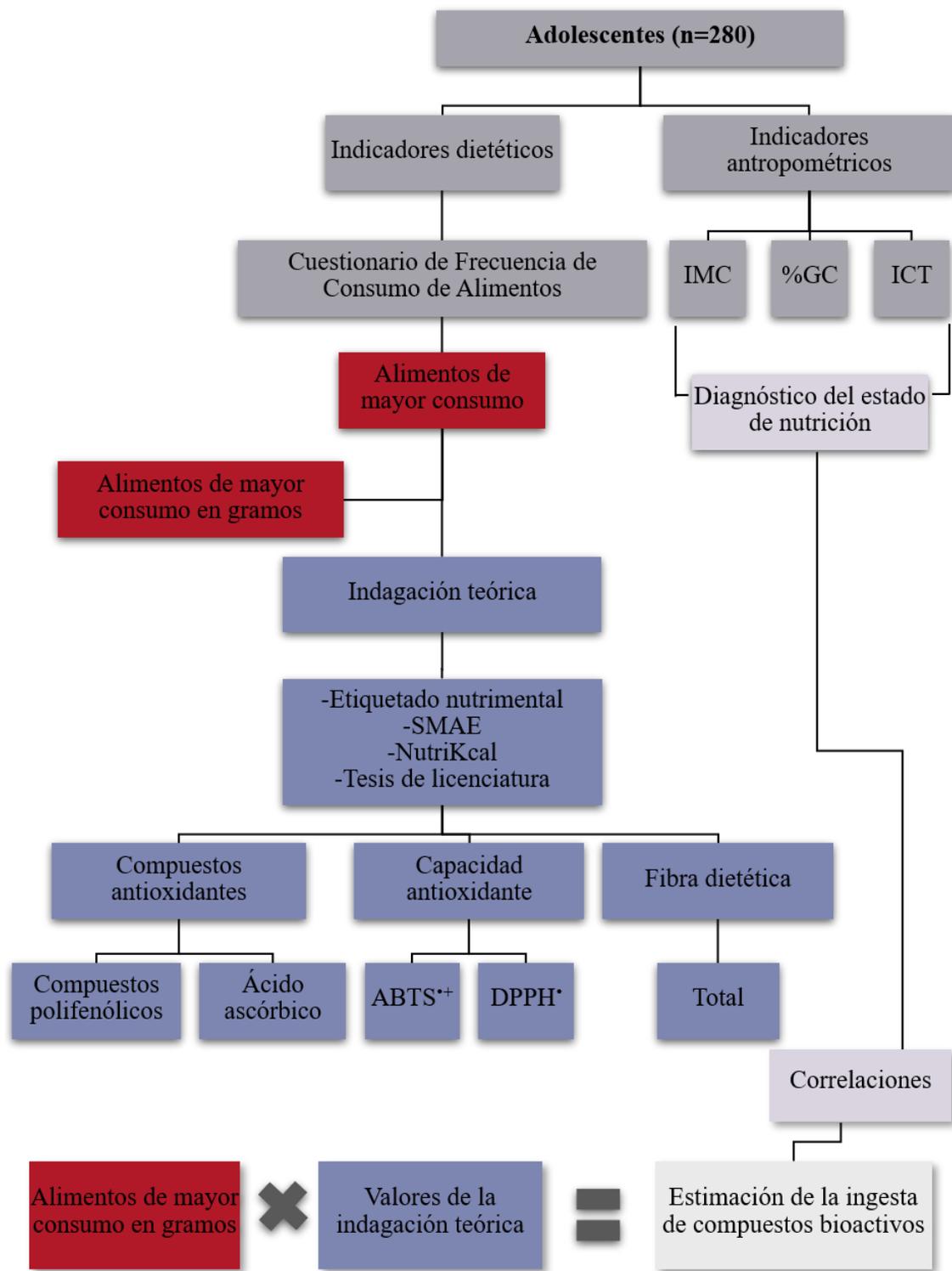


Figura 3. Diagrama del diseño metodológico

## 6.4 Definición de variables

### 6.4.1 Variables independientes

#### Sexo

*Definición conceptual:* Diferencias biológicas entre hombres y mujeres con las que se nace (100).

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

#### Frecuencia de consumo de alimentos

*Definición conceptual:* Número de veces que se consume un alimento o grupo de alimentos en un periodo de tiempo concreto (101).

*Definición operacional:* Se medirá a partir del CFCA aplicado en los adolescentes y previamente validado (102) (Anexo 2).

### 6.4.2 Variables dependientes

#### Índice de Masa Corporal

*Definición conceptual:* Indicador de la relación entre el peso y la estatura utilizado para identificar sobrepeso y obesidad (1).

*Definición operacional:* Los criterios para evaluar el IMC de acuerdo con la edad de la OMS se muestran en la Tabla 1, 2 y 3 del Anexo 3 (103), utilizando los siguientes puntos de corte: Delgadez severa ( $<-3$  DE), Delgadez ( $<-2$  DE), Normal (+1 a -2 DE), Sobrepeso ( $>+1$  DE) y Obesidad ( $>+2$  DE).

#### Porcentaje de Grasa Corporal

*Definición conceptual:* Indicador que examina el estado nutricional, este valor tiene una amplia relación con el grado de desarrollo puberal producido por las hormonas sexuales a nivel del tejido adiposo (104).

*Definición operacional:* Los parámetros para evaluar el %GC total en los adolescentes se observan en las Tablas 4 y 5 en el Anexo 4 (105). Con los siguientes puntos de corte: Bajo ( $\leq$ Percentil 2), Sobrepeso ( $\geq$ Percentil 85) y Obesidad ( $\geq$ Percentil 95).

#### Índice Cintura-Talla

*Definición conceptual:* Indicador antropométrico obtenido a partir de la asociación entre la estatura y la circunferencia de cintura (106).

*Definición operacional:* El punto de corte para indicar un riesgo cardiometabólico, en niños y adolescentes, es a partir de un valor mayor a 0.50, de acuerdo con Maffeis *et al.* (107).

#### 6.5 Selección de la población

Se seleccionó una submuestra, de la muestra representativa utilizada para el proyecto de investigación titulado como “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en adolescentes”, la cual está conformada por hombres y mujeres de cuatro escuelas secundarias del municipio de Pachuca de Soto, seleccionados de forma aleatoria y considerando la distribución por sexos que presenta el municipio (108).

##### 6.5.1 Tamaño de la muestra y muestreo

Muestreo probabilístico aleatorio estratificado con asignación proporcional (109).

##### 6.5.2 Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Ecuación 1. Fórmula para la obtención del tamaño de la muestra

n= muestra

N= Población

z= Nivel de confianza

p= Probabilidad a favor

q= Probabilidad en contra

e= Error de muestra

$$n = \frac{1.96^2 * 0.384 * 0.616 * 837}{0.05^2(837 - 1) + 1.96^2 * 0.384 * 0.616}$$

$$n = 253.63 = 254$$

Ecuación 2. Sustitución de los valores para la obtención del tamaño de la muestra

En esta fórmula se consideró como N a la muestra utilizada en el estudio “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en adolescentes”, el nivel de confianza fue del 95%, la probabilidad a favor y en contra se consideró en base a la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en adolescentes (38.4%) de acuerdo con la ENSANUT 2018 (2) y el error de muestra fue de 5%.

Para evitar la pérdida de datos por la baja de algún participante en la muestra se añadió el 10% del cálculo anterior (110), siendo 26 individuos adicionales.

$$n = 280 \text{ adolescentes}$$

### *6.5.3 Asignación proporcional*

Se consideró como estrato al sexo utilizando las proporciones de hombres y mujeres del municipio de Pachuca de Soto, donde el 52.7% son mujeres y el 47.3% son hombres (108). Por lo tanto, en la muestra de este estudio está contemplada con 148 mujeres y 132 hombres.

## *6.6 Instrumentos de recolección*

### *6.6.1 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos*

Se utilizaron los datos obtenidos del CFCA semicuantitativo validado para adolescentes mexicanos (102), el cual mide la frecuencia de consumo de los últimos quince días, integrado por 2 secciones: la primera cuenta con una serie de preguntas relacionadas con la identificación del sujeto y con sus datos socioeconómicos; y finalmente la segunda sección corresponde a una lista de 99 alimentos tomados del SMAE con porciones estandarizadas de acuerdo con medidas caseras. Las medidas de frecuencia se dividen en 8 categorías: 4-5 por día, 2-3 por día, 1 por día, 5-6 por semana, 2-4 por semana, 1 por semana, 2-3 por quincena y nunca.

## 6.7 Métodos

### 6.7.1 Determinación de los alimentos de mayor frecuencia de consumo

#### Procedimiento

De las ocho categorías de frecuencia que contiene el CFCA se utilizó la suma de las primeras seis (4-5 x día, 2-3 x día, 1 x día, 5-6 x semana, 2-4 x semana y 1 x semana) para obtener los alimentos de mayor consumo. A partir de esto, fueron seleccionados aquellos que tuvieron un porcentaje igual o mayor al 75% y que, de acuerdo con una revisión bibliográfica, demostraron tener una cantidad de antioxidantes y de FD considerable para ser estudiados.

### 6.7.2 Investigación de los compuestos bioactivos en los alimentos de mayor consumo

#### Procedimiento

La búsqueda de información para la cantidad de AA, en los alimentos de consumo frecuente, se obtuvo a partir de la revisión del SMAE y del software NutriKcal.

En cuanto al contenido de CPT y la CA por medio de los radicales ABTS<sup>•+</sup> y DPPH<sup>•</sup>, se utilizaron los datos de la tesis para obtener el grado de licenciatura de Escamilla-Gutiérrez y López-García (2018), donde se halló la ingesta de alimentos fuente de antioxidantes, aplicando un CFCA en adolescentes de Mineral de la Reforma, Hidalgo para posteriormente analizarlos en laboratorio (11).

Por lo que se refiere a la FD de los alimentos, se realizó la indagación en la información nutricional de los alimentos etiquetados y de manera semejante al AA, se utilizaron los datos del SMAE y del software NutriKcal.

Cabe resaltar que todos los datos obtenidos en la indagación teórica fueron reportados por cada 100 g de alimento en base húmeda.

### 6.8 Análisis estadístico

La captura de datos y los análisis estadísticos se llevó a cabo en el software *Statistical Package Social Science* (SPSS) en su versión 24 para Windows. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para contrastar la normalidad de los datos, debido a que la muestra es de más de 50 sujetos; así como la determinación de la homogeneidad de la varianza por medio del estadístico de Levene. Posteriormente, para los datos de los indicadores antropométricos y dietéticos 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 al contar con homogeneidad de las varianzas y al ser una muestra  $>50$ , a pesar de no contar con la característica de normalidad; la prueba  $\chi^2$  para las variables categóricas, además de utilizar un análisis de varianza (ANOVA de un factor) con la prueba post hoc de Tuckey. Finalmente, para identificar la asociación entre las variables dependientes se emplearon correlaciones de Pearson.

### 6.9 Aspectos éticos

El presente estudio tomó datos del cuestionario y de las mediciones antropométricas aplicadas en el proyecto de investigación “Hábitos y actitudes de la conducta alimentaria y su relación con el estado de nutrición en adolescentes” 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 el código asignado por el comité: CEEI-00004-2019 (Anexo 1).

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Características generales de la muestra

La muestra estuvo conformada por 280 adolescentes, 132 hombres y 148 mujeres (Figura 4); alumnos de tres secundarias públicas y una privada del municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo con un rango de edad de 11 a 15 años ( $12.90 \pm 1.06$ ).

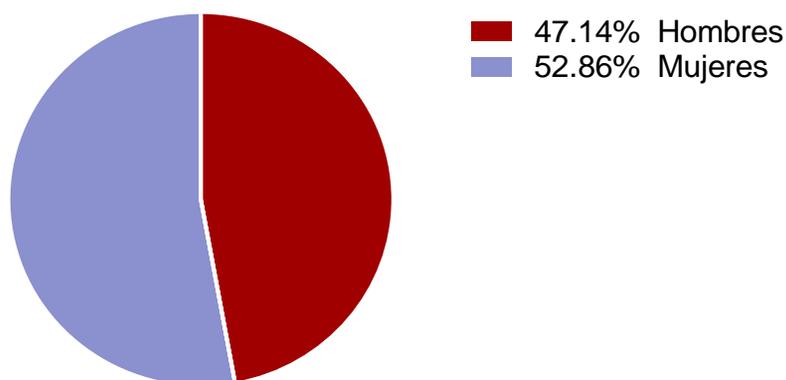


Figura 4. Distribución general de la muestra por sexos

### 7.2 Mediciones antropométricas

En la Tabla 2 se puede observar las características antropométricas de los participantes, indicadas por sexo, así como por el total de la muestra. Al analizar la normalidad de los datos, por medio del estadístico de Kolmogorov-Smirnov (Tabla 6 del Anexo 6), todas las variables antropométricas no contaron con esta característica; sin embargo, considerando la prueba de homogeneidad de varianza por el estadístico de Levene (Tabla 7 del Anexo 6) y el tamaño de la muestra, se realizaron pruebas paramétricas para encontrar diferencias estadísticamente significativas. Para la talla se encontraron diferencias por sexo ( $t=4.52$ ;  $gl=207.99$ ;  $p<0.00$ ), siendo mayor en hombres que en mujeres; caso contrario ocurrió para el porcentaje de Grasa Corporal (%GC) donde fue mayor en mujeres que en hombres ( $t=-11.72$ ;  $gl=278$ ;  $p=0.00$ ), de igual forma para el Índice de Masa Corporal (IMC) ( $t=-2.77$ ;  $gl=278$ ;  $p=0.01$ ); no obstante, para las variables de peso e Índice Cintura-Talla (ICT) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 2. Mediciones antropométricas de los adolescentes

Mediciones	Hombres (n=132)	Mujeres (n=148)	Total (n=280)
Talla (m)	1.58 ± 0.10 <sup>A</sup>	1.54 ± 0.06 <sup>B</sup>	1.56 ± 0.08
Peso (Kg)	50.41 ± 13.93	50.62 ± 11.57	50.52 ± 12.71
%GC	18.69 ± 8.46 <sup>B</sup>	30.12 ± 7.85 <sup>A</sup>	24.73 ± 9.94
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19.92 ± 4.28 <sup>B</sup>	21.29 ± 4.04 <sup>A</sup>	20.64 ± 4.21
ICT	0.45 ± 0.07	0.46 ± 0.06	0.45 ± 0.06

Resultados expresados en media ± desviación estándar. Distintas letras entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). %GC= porcentaje de Grasa Corporal; IMC= Índice de Masa Corporal; ICT= Índice Cintura-Talla.

En cuanto al %GC el 47% de la muestra se clasificó como normal, el 15% presentó sobrepeso y el 27% obesidad (Tabla 3). Cuando se comparó por sexo, las mujeres demostraron prevalencias mayores de sobrepeso y obesidad (18 y 37%, respectivamente) en comparación con los hombres (11 y 16%, respectivamente), existiendo diferencias estadísticamente significativas por sexo ( $\chi^2=31.26$ ,  $gl=3$ ,  $p < 0.00$ ).

Tabla 3. Distribución del porcentaje de grasa corporal de los adolescentes

Interpretación	Hombres (n=132)		Mujeres (n=148)		Total (n=280)	
	F	%	F	%	F	%
Bajo	25	18.90	6	4.10	31	11.10
Normal	72	54.50	60	40.50	132	47.10
Sobrepeso	14	10.60	27	18.20	41	14.60
Obesidad	21	15.90	55	37.20	76	27.10

Bajo ( $\leq$  percentil 2), Sobrepeso ( $\geq$  percentil 85), Obesidad ( $\geq$  percentil 95); F= frecuencia absoluta. Clasificación de acuerdo con McCarthy *et al.* (105).

Al considerar los parámetros de la OMS (103), respecto al IMC de acuerdo con la edad y sexo en adolescentes (Tabla 4), el 65% de la muestra total tuvo un IMC normal, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue de 31% del cual el 10% corresponde a obesidad y el 21% a sobrepeso. Al examinar por sexo, en los hombres el 19% tuvieron sobrepeso y el 11% obesidad; mientras que el sobrepeso y la obesidad en mujeres fue mayor con un 23% y 10%, respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas.

Tabla 4. Distribución del índice de masa corporal de los adolescentes

Interpretación	Hombres (n=132)		Mujeres (n=148)		Total (n=280)	
	F	%	F	%	F	%
Delgadez severa	2	1.50	0	0	2	0.70
Delgadez	5	3.80	2	1.40	7	2.50
Normal	86	65.20	97	65.50	183	65.40
Sobrepeso	25	18.90	34	23.00	59	21.10
Obesidad	14	10.60	15	10.10	29	10.40

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 (103).

En cuanto al ICT (Tabla 5) solo el 19% de la muestra total tienen riesgo cardiometabólico, mientras que la frecuencia de participantes con riesgo cardiometabólico fue ligeramente mayor en los hombres (21%) en comparación con las mujeres (18%), sin mostrar diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5. Distribución del índice cintura-talla de los adolescentes

Interpretación	Hombres (n=132)		Mujeres (n=148)		Total (n=280)	
	F	%	F	%	F	%
Sin riesgo cardiometabólico	104	78.80	122	82.40	226	80.71
Con riesgo cardiometabólico	28	21.20	26	17.60	54	19.29

Con riesgo cardiometabólico (>0.50); F= frecuencia absoluta. Interpretación de acuerdo con Maffei *et al.* (107).

### 7.3 Frecuencias de consumo de alimentos

El consumo por grupo de alimentos que reportó la muestra estudiada se observa en la Tabla 6, este porcentaje se obtuvo por medio de la suma de las primeras seis frecuencias de consumo (4-5 x día, 2-3 x día, 1 x día, 5-6 x semana, 2-4 x semana y 1 x semana) y clasificando cada uno de los alimentos del CFCA en grupos de acuerdo con el SMAE (111).

El grupo de alimentos con mayor consumo fue el subgrupo de leche semidescremada con un 87% de los adolescentes, seguido por el grupo de cereales sin grasa (67%) y el de frutas (65%); por el contrario, el grupo de platillos fue el de menor consumo con un 53%.

Tabla 6. Frecuencia semanal de consumo por grupos de alimentos de los adolescentes

Grupo de alimentos	Subgrupos	Frecuencia de consumo en la muestra (%)
Verduras		59.83
Frutas		65.09
Cereales y tubérculos	Sin grasa	66.61
	Con grasa	60.94
Leguminosas		57.50
Alimentos de origen animal	Muy bajo aporte de grasa	58.25
	Bajo aporte de grasa	64.96
	Moderado aporte de grasa	60.60
	Alto aporte de grasa	60.20
Leche	Descremada	0.00
	Semidescremada	86.80
	Entera	65.00
Aceites y grasas	Con azúcar	62.50
	Sin proteína	64.05
	Con proteína	54.30
Azúcares	Sin grasa	62.77
	Con grasa	54.80
Platillos*		53.38

\*En el grupo de platillos se consideraron los alimentos preparados del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos tal como pizza, hot cakes, hamburguesa preparada, paste, jugos industrializados y chilaquiles.

Para considerarse como alimentos de mayor consumo se estimaron aquellos que tuvieran un porcentaje mayor al 75% al sumar las primeras 6 categorías de frecuencia del CFCA (Figura 5). De los 17 alimentos que cubrieron con este requisito se destacó la tortilla de maíz con un promedio de consumo del 89% de la muestra de adolescentes de Pachuca de Soto, seguido de la leche y el pollo (87 y 85%, respectivamente). En contraste los alimentos con menores porcentajes dentro de los alimentos de mayor consumo fueron el bistec de res y el huevo con aproximadamente 75%.

En el listado de alimentos (Figura 5) se pueden observar aquellos pertenecientes a los grupos de verduras (tomate verde y lechuga iceberg), frutas (plátano Tabasco, naranja y manzana), cereales y tubérculos sin grasa (bolillo o telera, arroz, sopa de pasta y tortilla de maíz) y con

grasa (pan dulce), leguminosas (frijol negro), alimentos de origen animal (bistec de res, huevo y pollo), leche y azúcares sin grasa (azúcar y dulces).

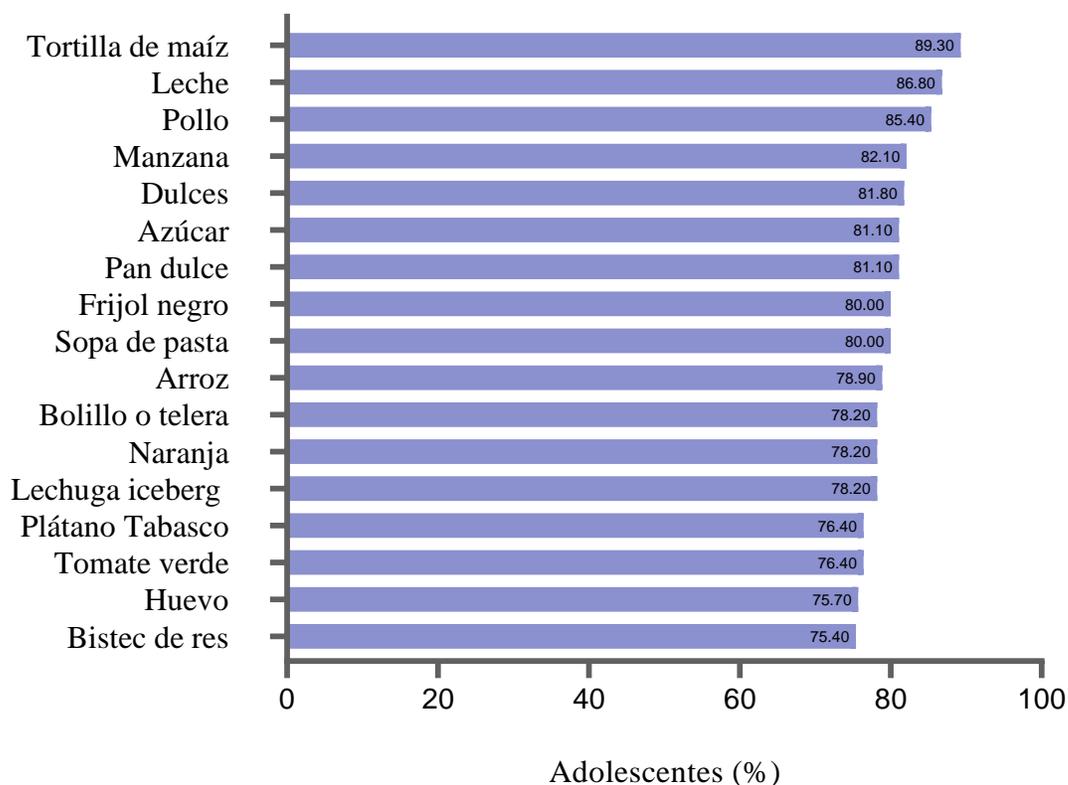


Figura 5. Frecuencia semanal de consumo de alimentos

Con el fin de evaluar la ingesta de antioxidantes y de fibra dietética en adolescentes de Pachuca de Soto, se excluyeron aquellos alimentos que de acuerdo con la revisión bibliográfica no cuentan en su estructura con estos compuestos bioactivos; por consiguiente, se excluyó al azúcar, así como a los alimentos pertenecientes al grupo de alimentos de origen animal y al grupo de leche.

En la Tabla 7 se muestra la ingesta en gramos por día de los alimentos de mayor consumo, tanto en la muestra total como por sexo, datos que se obtuvieron del CFCA aplicado en los adolescentes. Conjuntamente, se observan los valores de la prueba t de Student aplicada para evaluar las diferencias entre sexo, hallándose diferencias en el consumo de tortilla de maíz ( $t=-2.59$ ;  $gl=278$ ;  $p=0.01$ ), siendo mayor la ingesta de este alimento en mujeres en comparación con los hombres.

Tabla 7. Gramos consumidos al día de cada alimento por los adolescentes.

Alimento	Hombres (n=132)	Mujeres (n=148)	Total
<b>Verduras</b>			
Lechuga iceberg	48.73±63.47	52.21±67.82	50.57±65.71
Tomate verde	114.82±143.63	117.74±154.49	116.36±149.21
<b>Frutas</b>			
Manzana	177.40±201.73	206.01±216.30	192.52±209.67
Naranja	140.92±171.06	120.32±156.12	130.06±163.36
Plátano Tabasco	172.19±218.86	197.90±247.53	185.78±234.39
<b>Cereales sin grasa</b>			
Arroz	168.22±209.98	158.01±227.69	162.82±219.19
Bolillo o telera	62.81±84.16	61.67±83.35	62.21±83.59
Sopa de pasta	120.40±146.75	108.14±143.14	113.92±144.72
Tortilla de maíz	50.58±50.25 <sup>B</sup>	70.34±51.33 <sup>A</sup>	62.91±51.34
<b>Cereales con grasa</b>			
Pan dulce	69.98±82.48	57.78±73.48	63.53±77.95
<b>Leguminosas</b>			
Frijol negro	98.13±113.62	87.63±113.69	92.58±113.57

Resultados expresados en media ± desviación estándar. Distintas letras entre filas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). g de peso fresco de porción comestible al día por persona.

Al evaluar la calidad de la dieta por medio de los porcentajes de adecuación, tanto de energía como de macronutrientes (Tabla 8), se observa que aproximadamente el 90% de la muestra tuvo un consumo alto de energía, siendo mayor en mujeres en comparación con los hombres, sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Respecto a la ingesta de macronutrientes se reflejó un porcentaje de adecuación alto para la proteína y los hidratos de carbono, refiriendo que más del 88% de la muestra indicó una elevada ingesta, mientras que en el caso de los lípidos el 87% de la muestra presentó un porcentaje de adecuación elevado indicando un alto consumo.

Tabla 8. Calidad de la dieta por medio del porcentaje de adecuación de energía y macronutrientes en la dieta de los adolescentes.

Porcentaje de adecuación	Hombres (n=132)		Mujeres (n=148)		Total	
	F	%	F	%	F	%
<b>Energía</b>						
Bajo	17	12.90	10	6.80	27	9.60
Normal	1	0.80	2	1.40	3	1.10
Alto	114	86.4	136	91.90	250	89.30

(Continúa)

Tabla 8. Calidad de la dieta por medio del porcentaje de adecuación de energía y macronutrientes en la dieta de los adolescentes.

Porcentaje de adecuación	Hombres (n=132)		Mujeres (n=148)		Total	
	F	%	F	%	F	%
<b>Proteína</b>						
Bajo	14	10.60	9	6.10	23	8.20
Normal	4	3.00	4	2.70	8	2.90
Alto	114	86.40	135	91.20	249	88.90
<b>Lípidos</b>						
Bajo	16	12.10	10	6.80	26	9.30
Normal	6	4.50	5	3.40	11	3.90
Alto	110	83.30	133	89.90	243	86.80
<b>Hidratos de carbono</b>						
Bajo	14	10.60	89	6.80	24	8.60
Normal	4	3.00	6	2.00	7	2.50
Alto	114	86.40	53	91.20	249	88.90

F= frecuencia absoluta; La clasificación de porcentaje de adecuación Normal fue  $\pm 5\%$  de las recomendaciones establecidas para este grupo etario. Las recomendaciones de energía fueron de 2000 para las mujeres y 2300 para hombres, y las proporciones para población mexicana fueron: Proteína 18%, Lípidos 30% e Hidratos de carbono 52% (112).

#### 7.4 Compuestos bioactivos en los alimentos de mayor consumo

Las cantidades de compuestos bioactivos (ácido ascórbico, compuestos polifenólicos totales, capacidad antioxidante [ABTS<sup>+</sup> y DPPH<sup>\*</sup>] y fibra dietética) en los alimentos de mayor consumo fueron presentadas en la Tabla 9,10 y 11, a continuación.

En la Tabla 9 podemos observar el listado de alimentos de mayor consumo con sus respectivas cantidades de AA reportadas como miligramos de ácido ascórbico por cada 100 gramos en peso fresco. Para el grupo de verduras, la lechuga iceberg tuvo un alto contenido de AA ( $24.02 \pm 1.38$  mg), siendo estadísticamente mayor que el tomate verde ( $t=22.48$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.00$ ); mientras que en el grupo de frutas sobresale la naranja con una media de  $43.19 \pm 13.87$  mg ( $F=11.67$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.04$ ), indicando una cantidad estadísticamente mayor que la manzana y el plátano Tabasco ( $6.00 \pm 0.28$  y  $9.50 \pm 4.95$  mg, respectivamente).

De hecho, la naranja, la lechuga iceberg y el plátano Tabasco sobresalieron en comparación con todos los alimentos ( $F=19.33$ ;  $gl=10$ ;  $p=0.00$ ). El arroz, bolillo o telera, sopa de pasta, tortilla de maíz, pan dulce y frijol negro no presentaron contenido de vitamina C.

Tabla 9. Ácido ascórbico en alimentos (mg/100 g bh)

Alimentos	SMAE	NutriKcal	Media ± DE
<b>Verduras</b>			
Lechuga iceberg	23.05	25.00	24.02 ± 1.38 <sup>bA</sup>
Tomate verde	1.70	2.00	1.85 ± 0.21 <sup>cB</sup>
<b>Frutas</b>			
Manzana	6.20	5.80	6.00 ± 0.28 <sup>cB</sup>
Naranja	33.39	53.00	43.19 ± 13.87 <sup>aA</sup>
Plátano Tabasco	6.00	13.00	9.50 ± 4.95 <sup>bcAB</sup>
<b>Cereales sin grasa</b>			
Arroz	-	0.00	0.00 ± 0.00 <sup>cA</sup>
Bolillo o telera	-	0.00	0.00 ± 0.00 <sup>cA</sup>
Sopa de pasta	-	0.00	0.00 ± 0.00 <sup>cA</sup>
Tortilla de maíz	-	0.00	0.00 ± 0.00 <sup>cA</sup>
<b>Cereales con grasa</b>			
Pan dulce	-	0.00	0.00 ± 0.00 <sup>c</sup>
<b>Leguminosas</b>			
Frijol negro	-	0.00	0.00 ± 0.00 <sup>c</sup>

Valores reportados en media ± desviación estándar; bh= base húmeda; SMAE= Sistema Mexicano de Alimentos Equivalente; NutriKcal= software para evaluación nutricional; <sup>a-c</sup> Distintas letras minúsculas indican diferencia significativa (p<0.05) entre los alimentos de todos los grupos. <sup>A-B</sup> Distintas letras mayúsculas indican diferencia significativa (p<0.05) entre un grupo de alimentos.

El contenido de CPT se muestra en la Tabla 10, expresado como miligramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de alimento en peso fresco. Al analizar las diferencias estadísticamente significativas intra grupos, a pesar de que para el grupo de verduras se aprecia que el tomate verde tiene una mayor cantidad de CPT, no se encontraron diferencias, sin embargo, se hallaron diferencias para el grupo de frutas, siendo mayor el contenido de CPT en el plátano Tabasco (190.00 ± 13.00 mg EAG).

Por otro lado, para el grupo de cereales sin grasa el bolillo o telera fue el alimento de mayor contenido con 179.00 ± 11.00 mg EAG, seguido por la tortilla de maíz (153.00 ± 13.00 mg EAG). De la misma manera ocurrió al analizar las diferencias entre los alimentos de todos los grupos, al distinguirse el contenido de CPT en el frijol negro, el plátano Tabasco y el bolillo o telera de los demás alimentos; quedando como los de menor contenido la sopa de pasta junto con el arroz.

En la Tabla 10, se muestran los valores de CA por el método de ABTS<sup>+</sup> reportados en miligramos equivalentes de ácido ascórbico en cada 100 gramos de alimento en peso fresco.

Para el grupo de verduras se aprecia una mayor cantidad de CA en la lechuga iceberg, para las frutas, el plátano Tabasco y la naranja, en tanto que para los cereales sin grasa la sopa de pasta, hallándose diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás alimentos de cada grupo. Al identificar diferencias entre todos los alimentos de mayor consumo se destaca la sopa de pasta con  $216.00 \pm 14.00$  mg EAA, seguido del frijol negro ( $36.00 \pm 2.00$  mg EAA). Para la CA por medio del método DPPH\* se muestran los datos en la Tabla 10, dichos valores están reportados como micro mol equivalente de Trolox en cada 100 gramos de alimento en peso fresco. Del grupo de verduras, el tomate verde tuvo un valor menor comparado con la lechuga iceberg al presentar diferencia estadísticamente significativa; caso similar ocurre para las frutas donde la manzana mostró las cifras más altas, seguida por la naranja; en el grupo de cereales sin grasa el bolillo o telera, la tortilla de maíz y el arroz indicaron diferencias estadísticamente significativas con los alimentos de su respectivo grupo. Cuando se compararon todos los alimentos se hallaron diferencias significativas, destacando el bolillo o telera y la tortilla de maíz por su gran CA por DPPH\*.

Tabla 10. Compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante en alimentos (mg o  $\mu\text{mol}/100$  g bh)

Alimentos	CPT (mg EAG)	ABTS**+(mg EAA)	DPPH*( $\mu\text{mol ET}$ )
<b>Verduras</b>			
Lechuga iceberg	$78.00 \pm 4.00^{\text{fA}}$	$23.00 \pm 2.00^{\text{cA}}$	$258.00 \pm 23.00^{\text{cdA}}$
Tomate verde	$92.00 \pm 8.00^{\text{fA}}$	$9.00 \pm 1.00^{\text{dB}}$	$175.00 \pm 15.00^{\text{cdB}}$
<b>Frutas</b>			
Manzana	$120.00 \pm 12.00^{\text{eB}}$	$7.00 \pm 1.00^{\text{dB}}$	$330.00 \pm 25.00^{\text{cdA}}$
Naranja	$144.00 \pm 6.00^{\text{deB}}$	$10.00 \pm 1.00^{\text{dA}}$	$263.00 \pm 24.00^{\text{cdB}}$
Plátano Tabasco	$190.00 \pm 13.00^{\text{abA}}$	$12.00 \pm 1.00^{\text{cdA}}$	$128.00 \pm 12.00^{\text{dC}}$
<b>Cereales sin grasa</b>			
Arroz	$15.00 \pm 1.00^{\text{gC}}$	$8.00 \pm 1.00^{\text{dB}}$	$2479.00 \pm 99.00^{\text{bA}}$
Bolillo o telera	$179.00 \pm 11.00^{\text{abcA}}$	$11.00 \pm 1.00^{\text{cdB}}$	$2785.00 \pm 159.00^{\text{aA}}$
Sopa de pasta	$6.00 \pm 0.50^{\text{gC}}$	$216.00 \pm 14.00^{\text{aA}}$	$142.00 \pm 14.00^{\text{cdB}}$
Tortilla de maíz	$153.00 \pm 13.00^{\text{cdB}}$	$14.00 \pm 1.00^{\text{cdB}}$	$2711.00 \pm 160.00^{\text{aA}}$
<b>Cereales con grasa</b>			
Pan dulce	$172.00 \pm 10.00^{\text{bc}}$	$17.00 \pm 2.00^{\text{cd}}$	$353.00 \pm 21.00^{\text{c}}$
<b>Leguminosas</b>			
Frijol negro	$202.00 \pm 10.00^{\text{a}}$	$36.00 \pm 2.00^{\text{b}}$	$350.00 \pm 33.00^{\text{cd}}$

Valores reportados en media  $\pm$  desviación estándar en peso fresco obtenidos de Escamilla-Gutiérrez y López-García(11); CPT= Compuestos Polifenólicos Totales; mg EAG= miligramos Equivalentes de Ácido Gálico; ABTS\*\*+= Ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico); mg EAA= miligramos Equivalentes de Ácido Ascórbico; DPPH\*= 1,1-difenil-2-picrilhidracilo;  $\mu\text{mol ET}$ = micromol Equivalentes de Trolox. <sup>a-g</sup> Distintas letras minúsculas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los alimentos de todos los grupos. <sup>A-C</sup> Distintas letras mayúsculas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los alimentos de cada grupo.

En la Tabla 11 se muestran los valores de FD obtenidos de la información nutricional de los alimentos que aplican, en el SMAE y en el software NutriKcal, reportados como gramos de fibra por cada 100 gramos de alimento en peso fresco. Al comparar los alimentos del grupo de verduras no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, situación similar ocurrió para el grupo de frutas y de cereales sin grasa, a pesar de que el tomate verde, la manzana y la tortilla de maíz fueron los alimentos con mayor contenido de FD de sus respectivos grupos. Caso contrario ocurrió al comparar todos los alimentos, encontrándose al frijol negro como el alimento de mayor cantidad de FD ( $8.64 \pm 0.12$ ) con una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los demás alimentos.

Tabla 11. Fibra dietética total en alimentos (g/100 g bh)

Alimentos	Etiquetado	SMAE	NutriKcal	Media $\pm$ DE
<b>Verduras</b>				
Lechuga iceberg	N.A.	1.99	1.80	$1.89 \pm 0.13^{bA}$
Tomate verde	N.A.	2.10	2.40	$2.25 \pm 0.21^{bA}$
<b>Frutas</b>				
Manzana	N.A.	1.88	2.70	$2.29 \pm 0.58^{bA}$
Naranja	N.A.	1.53	2.00	$1.76 \pm 0.33^{bA}$
Plátano Tabasco	N.A.	1.75	2.10	$1.92 \pm 0.25^{bA}$
<b>Cereales sin grasa</b>				
Arroz	2.04	0.21	0.40	$0.88 \pm 1.01^{bA}$
Bolillo o telera	N.A.	0.50	0.50	$0.50 \pm 0.00^{bA}$
Sopa de pasta	3.20	0.00	0.00	$1.07 \pm 1.85^{bA}$
Tortilla de maíz	N.A.	2.00	2.10	$2.05 \pm 0.07^{bA}$
<b>Cereales con grasa</b>				
Pan dulce	N.A.	0.00	1.50	$1.46 \pm 0.05^b$
<b>Leguminosas</b>				
Frijol negro	8.51	8.72	8.70	$8.64 \pm 0.12^a$

Valores reportados como media  $\pm$  desviación estándar; SMAE= Sistema Mexicano de Alimentos Equivalente; NutriKcal= software para evaluación nutricional; N.A.= No Aplica. <sup>a-b</sup> Distintas letras minúsculas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los alimentos de todos los grupos. <sup>A-B</sup> Distintas letras mayúsculas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre un grupo de alimentos.

### *7.5 Compuestos bioactivos en la dieta de los adolescentes*

En la Tabla 12, se muestran los promedios del contenido de AA y de CPT de cada uno de los alimentos de mayor consumo, así como los gramos de alimento consumidos por los adolescentes para posteriormente indicar la cantidad de compuestos bioactivos estimada ingerida. De acuerdo con este cálculo, los adolescentes tuvieron un consumo de 100 mg de AA por persona al día, mientras que para los CPT fue de 1453 mg EAG por persona diariamente.

Mientras que, en la Tabla 13 se observa la CA por los métodos de ABTS<sup>•+</sup> y DPPH<sup>•</sup>, en los alimentos de mayor consumo además de los gramos de la ingesta diaria de los adolescentes, así como, la estimación de la cantidad consumida en la dieta. La CA de la dieta fue de 390 mg EAA y 9734  $\mu$ mol ET por persona al día, de acuerdo con las determinaciones de ABTS<sup>•+</sup> y DPPH<sup>•</sup> respectivamente.

Tabla 12. Ácido ascórbico y compuestos polifenólicos totales en los alimentos de consumo frecuente y su aportación en la dieta de los adolescentes

Alimentos	AA (mg/g)	CPT (mg EAG/g)	Gramos consumidos al día	AA de la dieta (mg/persona/día)	CPT de la dieta (mg EAG/persona/día)
<b>Verduras</b>					
Lechuga iceberg	0.24 ± 0.01	0.78 ± 0.04	50.57 ± 65.71	12.15 ± 15.78	39.45 ± 51.25
Tomate verde	0.02 ± 0.00	0.92 ± 0.08	116.36 ± 149.21	2.15 ± 2.76	107.05 ± 137.27
			<b>Total</b>	14.30 ± 17.15	146.50 ± 165.92
<b>Frutas</b>					
Manzana	0.06 ± 0.00	1.20 ± 1.20	192.52 ± 209.67	11.55 ± 12.58	231.03 ± 251.61
Naranja	0.43 ± 0.14	1.44 ± 0.06	130.06 ± 163.36	56.17 ± 70.56	187.28 ± 235.24
Plátano Tabasco	0.09 ± 0.05	1.90 ± 1.13	185.78 ± 234.39	17.65 ± 22.27	352.99 ± 445.33
			<b>Total</b>	85.37 ± 81.77	771.30 ± 683.04
<b>Cereales sin grasa</b>					
Arroz	0.00 ± 0.00	0.15 ± 0.01	162.82 ± 219.19	0.00	24.42 ± 32.88
Bolillo o telera	0.00 ± 0.00	1.79 ± 0.11	62.21 ± 83.59	0.00	111.36 ± 149.62
Sopa de pasta	0.00 ± 0.00	0.06 ± 0.00	113.92 ± 144.72	0.00	6.83 ± 8.68
Tortilla de maíz	0.00 ± 0.00	1.53 ± 0.13	62.91 ± 51.34	0.00	96.25 ± 78.55
			<b>Total</b>	0.00	238.87 ± 205.35
<b>Cereales con grasa</b>					
Pan dulce	0.00 ± 0.00	1.72 ± 0.10	63.53 ± 77.95	0.00	109.27 ± 134.07
			<b>Total</b>	0.00	109.27 ± 134.07
<b>Leguminosas</b>					
Frijol negro	0.00 ± 0.00	2.02 ± 0.10	92.58 ± 113.57	0.00	187.02 ± 229.42
			<b>Total</b>	0.00	187.02 ± 229.42
<b>Consumo total diario</b>				99.67 ± 89.57	1452.96 ± 1117.23

Datos reportados como media ± desviación estándar de los valores hallados teóricamente mostrados en Tabla 9 y Tabla 10; AA=Ácido Ascórbico; CPT=Compuestos Polifenólicos Totales; mg= miligramos; EAG= Equivalentes de Ácido Gálico; El contenido de los antioxidantes en la dieta se obtuvo por medio de la multiplicación de los gramos consumidos al día por los valores de la segunda y tercera columna.

Tabla 13. Capacidad antioxidante en los alimentos de consumo frecuente y su aportación en la dieta de los adolescentes

Alimentos	ABTS <sup>++</sup> (mg EAA/g)	DPPH <sup>*</sup> ( $\mu$ mol ET/g)	Gramos consumidos al día	ABTS <sup>++</sup> de la dieta (mg EAA/persona/día)	DPPH <sup>*</sup> de la dieta ( $\mu$ mol ET/persona/día)
<b>Verduras</b>					
Lechuga iceberg	0.23 $\pm$ 0.02	2.58 $\pm$ 0.23	50.57 $\pm$ 65.71	11.63 $\pm$ 15.11	130.48 $\pm$ 169.54
Tomate verde	0.09 $\pm$ 0.01	1.75 $\pm$ 0.15	116.36 $\pm$ 149.21	10.47 $\pm$ 13.43	203.64 $\pm$ 261.11
			<b>Total</b>	22.10 $\pm$ 24.16	334.12 $\pm$ 367.50
<b>Frutas</b>					
Manzana	0.07 $\pm$ 0.01	3.30 $\pm$ 0.25	192.52 $\pm$ 209.67	13.48 $\pm$ 14.68	635.33 $\pm$ 691.92
Naranja	0.10 $\pm$ 0.01	2.63 $\pm$ 0.24	130.06 $\pm$ 163.36	13.01 $\pm$ 16.34	342.05 $\pm$ 429.64
Plátano Tabasco	0.12 $\pm$ 0.01	1.28 $\pm$ 0.12	185.78 $\pm$ 234.39	22.29 $\pm$ 28.13	237.80 $\pm$ 300.01
			<b>Total</b>	48.78 $\pm$ 43.09	1215.19 $\pm$ 1028.57
<b>Cereales sin grasa</b>					
Arroz	0.08 $\pm$ 0.01	24.79 $\pm$ 0.99	162.82 $\pm$ 219.19	13.03 $\pm$ 17.53	4036.34 $\pm$ 5433.76
Bolillo o telera	0.11 $\pm$ 0.01	27.85 $\pm$ 1.59	62.21 $\pm$ 83.59	6.84 $\pm$ 9.19	1732.59 $\pm$ 2327.94
Sopa de pasta	2.16 $\pm$ 0.14	1.42 $\pm$ 0.14	113.92 $\pm$ 144.72	246.06 $\pm$ 312.60	161.76 $\pm$ 205.51
Tortilla de maíz	0.14 $\pm$ 0.01	27.11 $\pm$ 1.60	62.91 $\pm$ 51.34	8.81 $\pm$ 7.19	1705.49 $\pm$ 1391.82
			<b>Total</b>	274.74 $\pm$ 321.95	7636.19 $\pm$ 6742.59
<b>Cereales con grasa</b>					
Pan dulce	0.17 $\pm$ 0.02	3.53 $\pm$ 0.21	63.53 $\pm$ 77.95	10.80 $\pm$ 13.25	224.26 $\pm$ 275.16
			<b>Total</b>	10.80 $\pm$ 13.25	224.26 $\pm$ 275.16
<b>Leguminosas</b>					
Frijol negro	0.36 $\pm$ 0.02	3.50 $\pm$ 0.33	92.58 $\pm$ 113.57	33.33 $\pm$ 40.89	324.04 $\pm$ 397.51
			<b>Total</b>	33.33 $\pm$ 40.89	324.04 $\pm$ 397.51
			<b>Consumo total diario</b>	389.75 $\pm$ 370.63	9733.79 $\pm$ 7723.63

Datos reportados como media  $\pm$  desviación estándar de los valores hallados teóricamente, mostrados en la Tabla 10; ABTS<sup>++</sup>=ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico); DPPH<sup>\*</sup>=1,1-difenil-2-picrilhidracilo; mg EAA= miligramos Equivalentes de Ácido Ascórbico;  $\mu$ mol ET= micro moles Equivalentes de Trolox; El contenido de la capacidad antioxidante en la dieta se obtuvo por medio de la multiplicación de los gramos consumidos al día por los valores de la segunda y tercera columna.

La relación de los gramos consumidos al día de la FD se reporta en la Tabla 14 encontrándose que los adolescentes tuvieron un consumo diario de 27 g de FD por persona, junto con el promedio de fibra en los alimentos, en la columna de en medio se indica la cantidad en gramos de la ingesta de cada uno de los alimentos de mayor consumo.

Tabla 14. Fibra dietética en los alimentos de consumo frecuente y su aportación en la dieta de los adolescentes

Alimentos	FD (g)	Gramos consumidos al día	FD de la dieta (g/persona/día)
<b>Verduras</b>			
Lechuga iceberg	0.02 ± 0.00	50.57 ± 65.71	0.96 ± 1.24
Tomate verde	0.02 ± 0.00	116.36 ± 149.21	2.62 ± 3.36
		<b>Total</b>	3.57 ± 4.05
<b>Frutas</b>			
Manzana	0.02 ± 0.01	192.52 ± 209.67	4.41 ± 4.80
Naranja	0.02 ± 0.00	130.06 ± 163.36	2.29 ± 2.87
Plátano Tabasco	0.02 ± 0.00	185.78 ± 234.39	3.57 ± 4.50
		<b>Total</b>	10.26 ± 8.85
<b>Cereales sin grasa</b>			
Arroz	0.01 ± 0.01	162.82 ± 219.19	1.43 ± 1.93
Bolillo o telera	0.00 ± 0.00	62.21 ± 83.59	0.31 ± .42
Sopa de pasta	0.01 ± 0.02	113.92 ± 144.72	1.22 ± 1.55
Tortilla de maíz	0.02 ± 0.00	62.91 ± 51.34	1.29 ± 1.05
		<b>Total</b>	4.25 ± 3.29
<b>Cereales con grasa</b>			
Pan dulce	0.01 ± 0.00	63.53 ± 77.95	0.93 ± 1.14
		<b>Total</b>	0.93 ± 1.14
<b>Leguminosas</b>			
Frijol negro	0.09 ± 0.00	92.58 ± 113.57	8.00 ± 9.81
		<b>Total</b>	8.00 ± 9.81
		<b>Consumo total diario</b>	27.02 ± 20.75

Datos reportados como media ± desviación estándar de los valores hallados teóricamente, mostrados en la Tabla 11; FD=Fibra Dietética; g= gramos; El contenido de la fibra dietética en la dieta se obtuvo por medio de la multiplicación de los gramos consumidos al día por los valores de la segunda columna.

Para apreciar de mejor manera la contribución de los alimentos a cada uno de los compuestos bioactivos en la dieta, se presentan en forma de gráfica los datos obtenidos de la estimación de consumo de las tablas anteriores, retomando los valores de las últimas columnas.

En la Figura 6 a, se observa que la naranja fue el alimento con mayor contribución a la ingesta de AA con 56 g/persona/día, seguido por el plátano Tabasco con 18 mg/persona/día; coincidiendo la naranja como el alimento de mayor contenido de AA. La lechuga iceberg se considera como los de mayor contenido, sin embargo, por su consumo no fue de los alimentos con mayor aporte de AA.

El plátano Tabasco (353mg EAG/persona/día) fue el alimento de mayor aporte para los CPT (Figura 6 b), mientras que la sopa de pasta fue el de menor aportación con 7 mg EAG/persona/día; esto a pesar de que el frijol negro fue el alimento con mayor contenido de CPT.

Para el caso de la CA por el método ABTS<sup>•+</sup> (Figura 6 c), el alimento de mayor aportación fue la sopa de pasta (246 mg EAA/persona/día) seguido por el frijol negro (33 mg EAA/persona/día), concordando con ser los alimentos de mayor CA al analizarse en laboratorio. Por otro lado, el bolillo o telera fue el alimento con menor contribución con un 7 mg EAA/persona/día.

El arroz (4036  $\mu$ mol ET /persona/día), seguido del bolillo o telera (1732  $\mu$ mol ET /persona/día) y de la tortilla de maíz (1705  $\mu$ mol ET /persona/día) contribuyeron en mayor medida a la CA medida por DPPH<sup>•</sup>, dichos alimentos corresponden a los de mayor CA de acuerdo con los análisis en laboratorio. En tanto la lechuga iceberg (130  $\mu$ mol ET /persona/día) fue el alimento de menor aporte (Figura 6 d).

En el caso de la FD (Figura 6 e), el alimento de mayor aportación a la ingesta fue el frijol negro con 8 mg/persona/día; por el contrario, el bolillo o telera fue el de menor contribución con 0.31 mg/persona/día. El frijol negro es el alimento de mayor contenido de FD, en cambio, el bolillo o telera es el de menor contenido de acuerdo con lo reportado teóricamente.

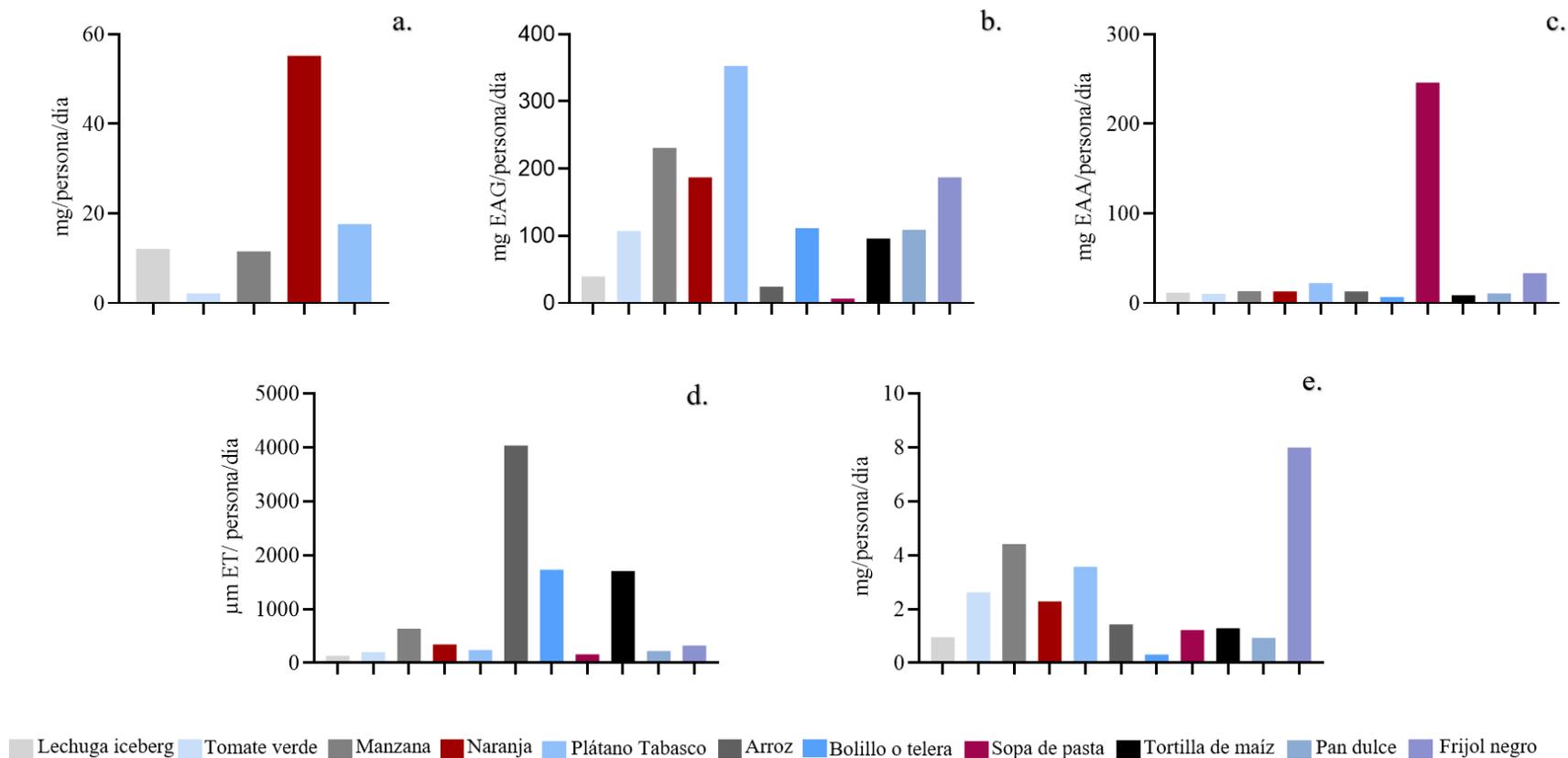


Figura 6. Contribución del ácido ascórbico (a), compuestos polifenólicos totales (b), capacidad antioxidante por ABTS<sup>++</sup> (c) y DPPH<sup>•</sup> (d), y de fibra dietética (e) en los alimentos de la dieta de los adolescentes

Al evaluar la contribución por grupo de alimentos a la ingesta de los compuestos bioactivos, se puede observar en la Figura 7 que el consumo de frutas juega un papel importante en la contribución de AA en la dieta con más del 85%, seguido por las verduras con un poco menos del 15% de la aportación.

El grupo de mayor contribución a la ingesta de CPT fue el grupo de frutas seguido por el grupo de cereales sin grasa y el de leguminosas, por el contrario, el de menor aporte fue el grupo de cereales con grasa, representado por el pan dulce, con aproximadamente el 7% de contribución.

De acuerdo con la CA medida por ABTS<sup>•+</sup>, indiscutiblemente el grupo de mayor aporte fue el de cereales sin grasa con un poco más del 70% de contribución, dejando con menores porcentajes a los demás grupos, correspondiendo como el de menor aportación el grupo de cereales con grasa con casi el 3%.

El grupo de alimentos con mayor aportación de la CA por medio del radical DPPH<sup>•</sup> fue el de cereales sin grasa con un 78% aproximadamente, mientras que los grupos de menor contribución fueron el de cereales con grasa, seguido por el de leguminosas y el grupo de verduras con alrededor del 3%.

Para la FD, el grupo que contribuyó de forma apreciable a la ingesta fue el de frutas con el 38%, seguido por el de leguminosas con casi el 30%. Finalmente, correspondiendo como el de menor aporte fue el grupo representado por el pan dulce, cereales con grasa con cerca del 3%.

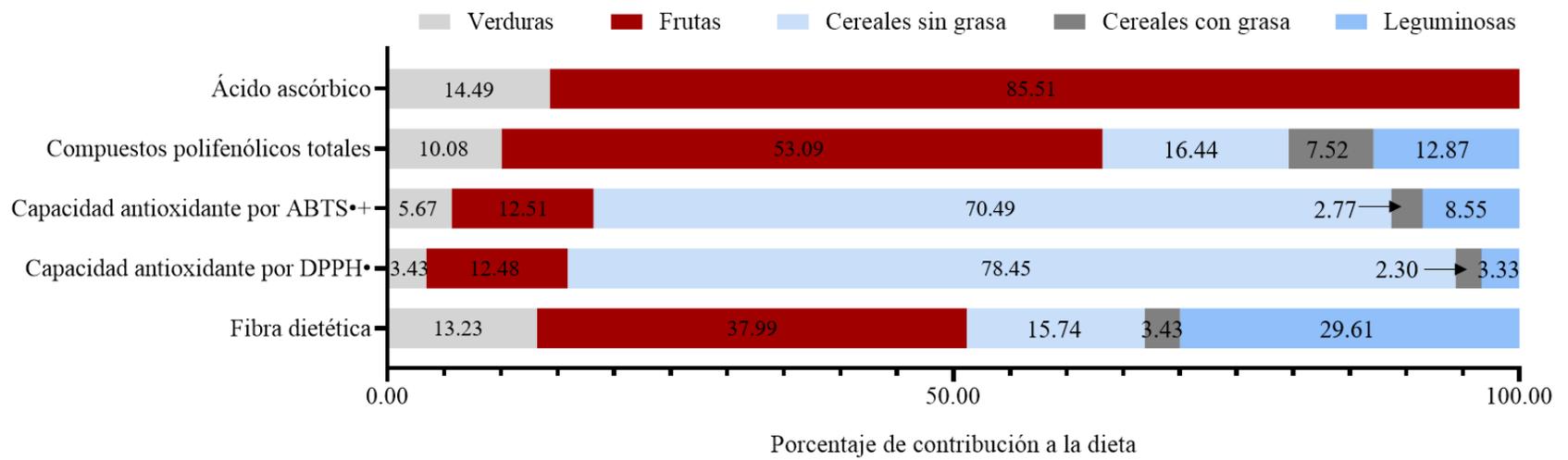


Figura 7. Aportación de los compuestos bioactivos por grupos de alimentos a la dieta de los adolescentes

Finalmente, al realizar la correlación entre la ingesta de los compuestos bioactivos y los indicadores antropométricos no se hallaron resultados significativos estadísticamente (Tabla 15), ya que las correlaciones fueron positivas muy débiles entre el IMC y la ingesta de AA, CPT, ABTS<sup>•+</sup> y FD, mientras que con DPPH<sup>•</sup> fue correlación negativa muy débil; caso similar ocurrió para el %GC donde las correlaciones fueron positivas muy débiles, excepto para el ABTS<sup>•+</sup> donde fue negativa muy débil; incluso se encontraron correlaciones negativas muy débiles entre el ICT y todos los compuestos bioactivos.

Tabla 15. Correlación entre el estado de nutrición de los adolescentes y la ingesta de compuestos bioactivos

	AA	CPT	ABTS <sup>•+</sup>	DPPH <sup>•</sup>	FD
<b>IMC</b>	0.04	0.01	0.00	-0.00	0.04
<b>%GC</b>	0.03	0.01	-0.01	0.01	0.02
<b>ICT</b>	-0.02	-0.03	-0.03	-0.06	-0.02

\*La correlación de Pearson es significativa al nivel  $p \leq 0.01$ . AA= Ácido Ascórbico; CPT= Compuestos Polifenólicos Totales; ABTS<sup>•+</sup>=ácido 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfónico); DPPH<sup>•</sup>=1,1-difenil-2-picrilhidracilo; FD= Fibra Dietética; IMC= Índice de Masa Corporal; %GC= porcentaje de Grasa Corporal; ICT= Índice Cintura Talla.

## VIII. DISCUSIÓN

### *8.1 Transición nutricional y su impacto en el sobrepeso y la obesidad*

El sobrepeso y la obesidad encabezan la lista de problemáticas de salud y nutrición durante la adolescencia en México (19) y a nivel mundial (1); evidenciándose en la muestra de estudio ya que se encontró una prevalencia combinada de 31% (21% de sobrepeso y 10% de obesidad), cifras similares a las reportadas a nivel nacional por la ENSANUT 2018 con un 23% de sobrepeso y 14.6% de obesidad (2).

A pesar de que el IMC es ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos, por su facilidad de obtención, al ser más económico y poco invasivo (28,113), se ha sugerido que el %GC podría ser más exacto al diagnosticar sobrepeso y obesidad, además de considerarse de igual manera un método sencillo, no invasivo y de fácil interpretación (114). Esta diferencia en la exactitud se debe a que la definición de sobrepeso y obesidad se refiere a la acumulación ya sea anormal o excesiva de masa grasa con afectaciones en la salud (1); de acuerdo con un estudio realizado por Bautista, Guadarrama y Veytia-López (114) se evidenció que el IMC dejó pasar desapercibidos a casi la mitad de sus participantes con un diagnóstico erróneo, a diferencia del %GC que puede detectar de forma eficaz el sobrepeso y la obesidad para prevenir enfermedades en un futuro.

De acuerdo con el %GC, el 15% se clasificó con sobrepeso y el 27% con obesidad, al compararse por sexo, se halló que las mujeres presentaron diferencias estadísticamente significativas al tener valores más altos que los hombres (sobrepeso: 18% vs 11%; obesidad: 37% vs 16%).

Con respecto a la talla y el porcentaje de grasa corporal (%GC) de la presente investigación, se encontraron diferencias significativas entre sexos, siendo mayor la talla en hombres y el %GC en mujeres. En primer lugar, la diferencia en cuanto a la talla se debe a que en hombres es mayor que en las mujeres por cuestiones genéticas (115) y a que en los hombres con el inicio de la pubertad se favorece este crecimiento en comparación con las mujeres en las cuales con el inicio de la menarca se genera un crecimiento más tardado (116,117). En segundo lugar, el porcentaje de grasa corporal es mayor en mujeres debido a la marcada

diferencia en cuanto a la composición corporal siendo mayor la masa muscular en hombres y la masa grasa en mujeres (26).

El Índice Cintura-Talla es de fácil obtención y se utiliza como medida complementaria, al presentar una buena correlación con otros indicadores del riesgo cardiovascular en adolescentes; a diferencia de la circunferencia de cintura su resultado no se debe comparar con tablas de percentiles tanto por sexo como por edad en meses, siendo más rápido y fácil de calcular (118). Se utiliza el punto de corte  $> 0.5$  para el ICT indicando entre mayor sea este índice un aumento en los factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos (107), sin embargo, en esta investigación se encontró que solo el 19% de la muestra presentó un riesgo cardiometabólico.

Los factores de riesgo metabólicos como lo son el sobrepeso y obesidad, podrían jugar un papel importante durante la adolescencia debido a las transiciones nutricionales que se experimenta actualmente, donde además, se ha disminuido la ingesta de alimentos étnicos (como el maíz, el frijol y el chile) (12,13,16) ricos en antioxidantes y fibra, dichos compuestos bioactivos podrían disminuir las cifras de prevalencia de sobrepeso y obesidad (5–10). Los cereales refinados (13), han sustituido la ingesta de frijol y maíz siendo alimentos con un papel importante en la dieta mexicana (12,13,16), disminuyendo el consumo de frijol a casi la mitad entre el año de 1970 a 2013 (16); en tanto que la ingesta de bebidas con un alto contenido de calorías (13), como los refrescos (15), ha aumentado en comparación con la disminución del consumo de agua (16); no obstante, en la lista de alimentos de mayor consumo por la muestra de adolescentes se encuentra el frijol negro y la tortilla de maíz con el 80 y 89% de prevalencia de consumo.

En este estudio no se contemplaron las preparaciones culinarias utilizadas para el consumo de frijol negro y tortilla de maíz; por lo que sería importante resaltar que actualmente en la preparación de tortillas de maíz se ha suplantado con el uso de harinas comerciales nixtamalizadas previamente (17) y con harinas refinadas de trigo y arroz (13), por lo que el consumo de FD no será el mismo.

La ingesta de frutas y verduras contribuyen de forma importante en la prevención del sobrepeso y la obesidad, debido a su alto contenido en fibra dietética y antioxidantes (5–10),

y en México se puede disponer de una gran variedad durante casi todo el año (7), sin embargo, se reporta un consumo bajo en adolescentes a nivel nacional con 35.2 y 24.9%, respectivamente (2); en tanto que la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) indica que el 37 y 36% de los hogares en México tienen un consumo diario de frutas y verduras (18). Es preciso señalar que en la muestra de estudio los porcentajes de consumo de frutas (65%) y verduras (60%) fueron mayores a las reportadas a nivel nacional.

Estos hallazgos permiten negar parcialmente la primera hipótesis de investigación, indicando que el consumo de alimentos fuente de antioxidantes no fue bajo en los adolescentes y solo se hallaron diferencias en el consumo de tortilla de maíz, siendo mayor en las mujeres en comparación con los hombres.

De la misma manera en que la transición alimentaria influye en los hábitos alimentarios en los adolescentes pueden hacerle la omisión de tiempos de comida y el incremento en el consumo de comida rápida (27) y de fácil acceso (12,13), las cuales se caracterizan por una elevada cantidad de azúcares simple, ácidos grasos saturados y de sodio (13,14); generando una mayor vulnerabilidad a contraer enfermedades no transmisibles . Dentro del grupo de alimentos denominado como platillos en el CFCA, se mencionan algunas preparaciones de fácil acceso como lo es la pizza, hamburguesa, paste y jugos industrializados, y en conjunto con los hot cakes y chilaquiles se obtuvo un promedio de consumo del 53% en la muestra.

## *8.2 Ingesta de compuestos bioactivos y su relación con el sobrepeso y la obesidad*

Las cantidades de vitamina C o AA que presentan los alimentos fueron representadas por los grupos de frutas y verduras, siendo las principales fuentes dietarias (56); encontrándose valores mayores en las frutas, sobre todo en la naranja quien pertenece a los cítricos, los cuales son de las fuentes más conocidas de esta vitamina (56,65).

Al interpretar las cantidades de CPT en los alimentos de la presente investigación, se observan diferencias tanto dentro de los grupos como entre la totalidad de los alimentos. El grupo de verduras y el de frutas tuvieron cantidades mayores con respecto a los demás grupos, de acuerdo con la bibliografía se sabe que las frutas y verduras se caracterizan por ser fuente importante de CPT (91,119), siendo las frutas las de mayor cantidad. Sin embargo, el frijol

negro fue el alimento de mayor contenido de CPT, al pertenecer a los principales alimentos fuente de antioxidantes (120).

La CA depende de la naturaleza del alimento como de la concentración y tipo de antioxidantes que lo componen (121). Por lo tanto, en esta investigación se consideraron las capacidades reportadas por el método ABTS<sup>•+</sup> y DPPH<sup>•</sup>; ya que el radical ABTS<sup>•+</sup> reacciona con los componentes tanto hidrofílicos como lipofílicos y el radical DPPH<sup>•</sup> tiene mayor afinidad por los compuestos lipofílicos (122–124).

En la cáscara de las frutas se encuentra la mayor contribución de la CA, por eso cuando se llevan a cocción se pierde esta capacidad (58), sin embargo, en esta revisión las CA reportadas se encuentran en peso fresco sin algún proceso de cocción. Caso contrario ocurre con los cereales, los cuales al ejecutarse tratamientos térmicos se incrementa la CA, como resultado del desarrollo de nuevos componentes con actividad antioxidante (59). De tal modo, esta característica de los cereales sea la causante de que la CA por ABTS<sup>•+</sup> de la sopa de pasta fue la mayor, mientras que para el radical DPPH<sup>•</sup> fue el bolillo o la telera, en comparación con todos los alimentos analizados en este proyecto de investigación. Al comparar con el estudio realizado en una muestra de adolescentes de Mineral de la Reforma, se encontraron similitudes en la CA por ambos métodos, ya que la sopa de pasa y el bolillo o telera fueron de los alimentos con mayor actividad antioxidante (11).

La FD, al ser la parte comestible de los alimentos (31,70) se encuentra principalmente en los alimentos de origen vegetal (71), como en frutas y verduras (31,71,78), reflejándose en los grupos de mayor contenido de FD (Tabla 10). Otro grupo que se considera como fuente alimentaria es el de las leguminosas (31,71), en el presente estudio el frijol negro fue el alimento con mayor contenido de FD, en el cual se encuentra principalmente a la FD insoluble (71), siendo esta la responsable de la formación de heces fecales mejorando el tránsito intestinal tanto en tiempo como en volumen (79).

La ingesta diaria recomendada (IDR) para población mexicana de AA o vitamina C es de 60 mg (81,82). En el presente estudio se encontró que la muestra de adolescentes de Pachuca de Soto, Hidalgo tuvo un consumo superior a la IDR con 100 mg/persona/día; sin embargo, la desviación estándar fue muy alta. Al evaluar las frecuencias de consumo se encontró con que

solo el 55% de la muestra tuvo un consumo por arriba de la IDR, mientras que el resto (45%) presentó valores menores, donde el 17% de la muestra presentó valores críticos menores a 20 mg. Estos valores fueron mayores a lo establecido a nivel mundial, donde se conoce que el 20% de la población consumió vitamina C por debajo de la recomendación entre los años 1960 y 2011 (56,83).

En un estudio realizado en adultos polacos, donde se tuvo como objetivo la evaluación del consumo de vitaminas antioxidantes, se halló que la media de consumo fue similar a lo encontrado en la presente investigación con 107 mg/persona/día, mientras que solo el 33% de mujeres y el 26% de hombres tuvieron una ingesta menor a 60 mg (84). Adicionalmente, se encontró al analizar los registros dietéticos que las verduras y las frutas fueron las principales fuentes de vitamina C (84), caso similar ocurrió en el presente escrito. En cambio, en la investigación del año 2010 en adultos de EEUU se calculó la ingesta total de vitamina C, la cual fue muy parecida a lo reportado por la muestra de adolescentes con 95.5 mg/persona/día (85).

Los polifenoles son uno de los compuestos con más actividad antioxidante, convirtiéndose en los principales seguido de otros compuestos bioactivos como lo es el AA, tocoferoles, carotenoides y los flavonoides (41). En la actualidad, no existe una IDR en cuanto al consumo de CPT para la población en general, esta escasez probablemente se deba a la falta de estudios que evalúen la biodisponibilidad, el metabolismo y en todo caso la ingesta de estos compuestos (34,125,126). Por otro lado, se conoce que la dieta mediterránea es considerada con efectos protectores para diversas enfermedades por su amplio contenido en verduras y frutas, las cuales se caracterizan por ser fuente de antioxidantes, conjuntamente, se encuentra dentro de las pocas investigaciones que incluyen la evaluación de los CPT y de la CA de la dieta en general (91). Por consiguiente, los resultados obtenidos de este estudio serán comparados con estas investigaciones en adultos donde se usa como principal referente la dieta mediterránea.

El consumo total diario de CPT fue de 1453 mg EAG/persona/día, siendo mayor a la ingesta reportada por Saura-Calixto & Goñi (88), donde se halló en la dieta mediterránea de adultos españoles valores de 1171 mg EAG/persona/día; caso similar ocurre con otra investigación donde se estableció un consumo en adultos de 1106 mg EAG/persona/día (89). En este último

estudio se reportó que el grupo de bebidas y el de aceites vegetales, los cuales caracterizan a la dieta Mediterránea, fueron los que contribuyeron con mayor medida a la ingesta de CPT (89), sin embargo, en esta investigación fue el grupo de frutas quien tuvo la mayor aportación a la dieta con el 53%, representando a este grupo la manzana, naranja y el plátano Tabasco.

En el estudio realizado con población española con un alto riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, el grupo de frutas fue el de mayor contribución a los CPT de la dieta con un 44% (90), siendo de la misma forma en la presente investigación, a excepción de la ingesta total diaria de CPT donde se reportan 820 mg/día (90) cifras menores a las halladas.

Se conoce que las cantidades de CPT en algunos alimentos varían entre los tipos y variedades (127,128), incluso que ciertas frutas consumidas en México poseen un mayor contenido de CPT (91), por lo que podría explicar el hecho de estos resultados al ser mayor la ingesta de polifenoles en México que en España.

En el año 2018 se llevó a cabo un estudio en adolescentes de Mineral de la Reforma, Hidalgo donde se halló una ingesta de CPT de 1482 mg EAG/persona/día (11), siendo el estudio con mayor cercanía a lo encontrado en el presente escrito, además que el grupo de mayor contribución fue el de frutas con un 41%, al igual que en esta investigación (Figura 12); conjuntamente, los alimentos de mayor aportación en la dieta de los adolescentes en ambos estudios fueron la manzana y el plátano Tabasco. Además de existir similitudes en ambas investigaciones, se puede mencionar que la zona geográfica en donde se ejecutaron ambos estudios es comparable pues pertenecen al mismo estado del país.

En cuanto a la CA medida por ABTS<sup>+</sup> de la dieta, se hallaron valores semejantes en comparación con otros estudios donde se evaluó esta capacidad en la ingesta diaria en adultos. Por ejemplo, en 2006 Saura-Calixto y Goñi (88) analizaron la CA de la dieta mediterránea por el radical ABTS<sup>+</sup> reportando 3549  $\mu\text{mol ET/persona/día}$ , que de acuerdo con lo reportado por González-Montesino (129) equivale a 370 mg EAA/persona/día. En este mismo estudio del año 2006, se encontró que el grupo de alimentos de mayor contribución para la CA fue el de bebidas, situación diferente ocurrió para la presente investigación donde el de mayor contribución fue el grupo de cereales sin grasa; es importante considerar que en el CFCA no se incluyeron bebidas a excepción de la leche.

En el año 2005 se realizó un estudio para evaluar la ingesta de antioxidantes en la dieta de adultos italianos, encontrándose con una CA medida por ABTS<sup>++</sup> de 527 mg EAA, valores mayores a lo hallado en el presente estudio; además, el grupo de mayor aportación fue el de bebidas con 45% (92). Es importante mencionar que la dieta mediterránea está caracterizada por el consumo habitual de vino tinto, a diferencia de la dieta mexicana que no se tiene este hábito; sin embargo, se presentó un alto consumo de cereales sin grasa, específicamente de sopa de pasta, siendo el alimento de mayor contribución a la CA. La CA en las bebidas alcohólicas no fue analizado, sin embargo, es importante considerarse para evaluaciones futuras.

Adicionalmente, se observó que no solo existieron similitudes en cuanto al consumo de CPT en la investigación realizada en 2018 por Escamilla-Gutiérrez y López-García (11) y en la presente investigación, siendo que para la CA medida por ABTS<sup>++</sup> fue muy parecida (346 vs 390 mg EAA, respectivamente) y el alimento de mayor contribución a esta capacidad fue la sopa de pasta en ambas investigaciones; mientras que para la CA por medio de DPPH fue el arroz y la tortilla de maíz; aunque para la CA por medio de DPPH fue mayor la demostrada en el presente estudio con 9734  $\mu\text{mol ET}$  en comparación a 5399  $\mu\text{mol ET}$ , hallada en 2018, por ende una mayor capacidad antioxidante tendrá mayor posibilidad de ejercer efectos benéficos para la salud.

El comité de expertos de la FAO y la OMS (95) refieren la recomendación de 25 g de FD al día, sin embargo, en México Bourges, Casanueva y Rosado (96) establecen una recomendación de ingesta de FD más alta durante la adolescencia (30 g en hombres y en mujeres en un rango de 25 a 30 g). De acuerdo con la FAO y la OMS la ingesta de FD en México está por debajo de las recomendaciones en todos los grupos etarios (95,96). En el presente trabajo el consumo promedio de FD no está muy alejado de las recomendaciones, consumiéndose 27 g diariamente por la muestra de adolescentes de Pachuca de Soto, resaltando la contribución del frijol negro siendo el alimento con mayor contenido de FD. A pesar de este hallazgo, sólo el 39% de la muestra tiene un consumo igual o mayor a la recomendación establecida. El porcentaje de la muestra restante no consume la cantidad suficiente de FD en la dieta, incluso el 26% de los adolescentes no cubren la mitad de esta recomendación. Por lo que podemos aceptar la segunda hipótesis de investigación, ya que el

consumo de FD en un gran porcentaje de los adolescentes fue menor a las recomendaciones establecidas para la población mexicana.

La vitamina C (56) y la FD (9,35) pueden desarrollar un papel muy importante en el peso corporal y el %GC. En el caso del AA se debe a la propiedad de ser antiinflamatorio debido a que reduce la producción de citoquinas proinflamatorias; además que un bajo consumo genera un desequilibrio entre los radicales libres y los antioxidantes generando el estrés oxidativo (56); mientras que la FD genera este efecto positivo, por su propiedad de gelatinización, la cual causa una menor velocidad de absorción de nutrientes (76), debido a que se genera la fermentación por medio de la microbiota generando ácidos grasos de cadena corta promoviendo o inhibiendo la secreción hormonal y de péptidos, modificando así los factores de saciedad y apetito (76,77) y por último menor tiempo de tránsito intestinal y la formación de las heces fecales con un mayor volumen (77).

No obstante, a pesar de que el consumo de AA fue mayor a la IDR y la ingesta de FD se acerca a la recomendación en el grupo etario, no se encontraron asociaciones con los indicadores antropométricos (IMC, %GC e ICT); probablemente se deba a que la muestra de estudio además de presentar un elevado consumo de estos compuestos bioactivos tuvo un exceso de calorías, reflejándose en que casi el 90% de adolescentes tuvo un porcentaje de adecuación alto (+5% de la recomendación). Otro rasgo a considerar podría ser un alto consumo de proteínas, de lípidos e hidratos de carbono, ya que entre el 87 y 89% de adolescentes reportaron una elevada ingesta, relacionándose con un consumo mayor de azúcares simples, sodio u otros compuestos que pueden afectar la salud humana.

A pesar de que en el estudio realizado en niños y adolescentes españoles se dio a conocer que la ingesta de antioxidantes está inversamente relacionada con el %GC y el IMC, sobre todo en individuos con obesidad (8); en el presente estudio no se hallaron correlaciones entre la ingesta de compuestos bioactivos e indicadores antropométricos. Caso similar ocurrió en la investigación realizada por Escamilla-Gutiérrez y López-García (11), en el año 2018, encontrándose una asociación negativa muy débil en una muestra de adolescentes estudiantes de preparatoria (adolescencia tardía). Por lo que, la tercera hipótesis de la presente investigación fue rechazada, al indicar que el estado de nutrición no está inversamente relacionado con la ingesta de antioxidantes y fibra dietética.

## IX. CONCLUSIONES

De acuerdo con la clasificación del IMC, en la muestra evaluada de Pachuca de Soto, Hidalgo se observó que el 21% de adolescentes presentó sobrepeso y el 10% obesidad, siendo valores similares a los reportados a nivel nacional (23 y 15%, respectivamente). Sin embargo, cuando se analizó el porcentaje de grasa corporal (%GC) la prevalencia de sobrepeso disminuyó a un 15%, mientras que, más del doble los individuos presentó obesidad (27%).

Como resultado del CFCA se encontró que el 89% de los adolescentes evaluados tuvieron una elevada ingesta de energía, asimismo, de proteínas e hidratos de carbono, mientras que el consumo de lípidos fue de igual manera alto con el 87% de la muestra. Al evaluar el CFCA se observó un consumo elevado de frutas y verduras (65 y 60%, respectivamente), en comparación a lo reportado a nivel nacional (35 y 25%, respectivamente); sin embargo, los adolescentes del presente estudio tuvieron una ingesta elevada del grupo denominado como platillos, donde se incluyen a la pizza, hot cakes, hamburguesa, paste, jugos industrializados y chilaquiles, con el 53% de la muestra consumiendo estos alimentos de fácil acceso.

De los alimentos de mayor consumo entre los adolescentes se encontró la naranja con alto contenido de ácido ascórbico, el frijol negro rico en compuestos polifenólicos totales y fibra dietética, la sopa de pasta y el bolillo o telera con alta actividad antioxidante.

Por otra parte, el consumo de antioxidantes en la muestra de adolescentes (CPT=1453 mg EAG; ABTS<sup>+</sup>=390 mg EAA; DPPH<sup>•</sup>=9734  $\mu$ mol ET) fue muy semejante al consumo de poblaciones europeas donde su ingesta se caracteriza por llevar una dieta Mediterránea (alta en frutas y verduras, por ende, en antioxidantes y FD); en el caso del consumo de AA y FD (AA=100 mg; FD=27 g) están por arriba de las recomendaciones específicas para el grupo etario y la población mexicana, pero solo el 55 y 39% de la muestra mostró esta ingesta.

No se encontró asociación entre el estado de nutrición de los adolescentes y la ingesta estimada de compuestos bioactivos. Lo anterior posiblemente se debe a que un alto consumo de compuestos bioactivos como los antioxidantes y la FD no serán suficientes para mantener un adecuado estatus nutricional, cuando existe una elevada ingesta de calorías, lípidos e hidratos de carbono en la dieta, como ocurrió en la muestra de adolescentes evaluados.

## **X. RECOMENDACIONES**

Un estudio más profundo que aborde el consumo de antioxidantes y de fibra dietética requiere de una mayor especificación en la evaluación de la ingesta diaria de la muestra, por lo que se sugieren los siguientes aspectos para futuras investigaciones:

- Modificar el Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (CFCA) en adolescentes, para que se enfoque en la medición de la ingesta de antioxidantes y fibra dietética omitiendo los alimentos que no sean fuente y agregando aquellos que si lo sean como algunas bebidas.
- Validar el CFCA modificado para que pueda ser utilizado en adolescentes de Hidalgo.
- Evaluar la bioaccesibilidad de los alimentos de consumo frecuente en los adolescentes para determinar la cantidad aprovechada en el cuerpo humano para los beneficios en la salud.

Finalmente, se recomienda la aplicación de un programa de prevención enfocado en la orientación alimentaria respecto a la ingesta de energía, proteínas, lípidos, hidratos de carbono, antioxidantes y de FD, debido a sus múltiples beneficios demostrados para la salud humana; específicamente en esta etapa de la vida donde se puede hacer la modificación temprana de hábitos saludables para la prevención de enfermedades en la edad adulta.

## XI. REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2021 [citado el 9 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 [Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Instituto Nacional de Salud Pública Secretaría de Salud. 2018 [citado el 20 de marzo de 2020]. Disponible en: [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)
3. Instituto Nacional de Salud Pública, United Nations Children's Fund. Salud y nutrición [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública United Nations Children's Fund. 2016 [citado el 3 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.unicef.org/mexico/salud-y-nutrición>
4. De Sousa R, Guimarães MR, Oliveira AM, Francisca A, De Oliveira L, Vilarouca AR. Anthropometric indicators that predict metabolic syndrome among adolescents. *Texto Context Enferm*. 2018;27(1):8.
5. Abdali D, Samson SE, Grover AK. How effective are antioxidant supplements in obesity and diabetes? *Med Princ Pract*. 2015;24(3):201–15.
6. Davis HC. Can the gastrointestinal microbiota be modulated by dietary fibre to treat obesity? *Ir J Med Sci*. 2018;187(2):393–402.
7. Fernández-Gaxiola AC, Bonvecchio A, Rivera J. Aumentar el consumo de verduras, frutas, cereales, leguminosas y agua simple. En: Bonvecchio A, Fernández-Gaxiola AC, Plazas M, Kaufer Horwitz M, Pérez AB, Rivera J, editores. *Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana*. México: Intersistemas; 2015. p. 77–9.
8. Puchau B, Ochoa MC, Zulet MÁ, Marti A, Martínez JA, Members G. Dietary total antioxidant capacity and obesity in children and adolescents. *Int J Food Sci Nutr*. 2010;61(7):713–21.
9. Tucker LA, Thomas KS. Increasing Total Fiber Intake Reduces Risk of Weight and Fat Gains in Women. *J Nutr*. 2009;139(3):576–81.
10. Zhang YJ, Gan RY, Li S, Zhou Y, Li AN, Xu DP, et al. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*. 2015;20(12):21138–56.
11. Escamilla-Gutiérrez KR, López-García A. Cuantificación de

- antioxidantes a partir del consumo frecuente de alimentos en adolescentes de una preparatoria privada de Mineral de la Reforma, Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2018.
12. Gomez Delgado Y, Velázquez Rodríguez EB. Health and food culture in Mexico. *Rev Digit Univ.* 2019;20(1):1–11.
  13. Rivera J, Bonvecchio A, Islas A. Introducción. En: Bonvecchio A, Fernández-Gaxiola AC, Plazas M, Kaufer-Horwitz M, Pérez AB, Rivera JÁ, editores. *Guías alimentarias y de actividad física.* México: Intersistemas; 2015. p. 1,4-7.
  14. Ibarra LS. Transition Food in Mexico. *Razón y Palabra.* 2016;20(94):162–79.
  15. Colchero MA, Salgado JC, Unar M, Hernández-Avila M, Velasco-Bernal A, Carriedo A, et al. Aspectos económicos relacionados con un impuesto al refresco en México. Cuernavaca, Morelos; 2020.
  16. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. 2019 [citado el 3 de noviembre de 2021];68. Disponible en: <http://www.wipo.int/amc/en/>
  17. Ayala-Rodríguez AE, Gutiérrez-Dorado R, Milán-Carrillo J, Mora-Rochín S, López-Valenzuela JA, Valdez-Ortiz A, et al. Nixtamalised flour and tortillas from transgenic maize (*Zea mays* L.) expressing amarantin: Technological and nutritional properties. *Food Chem.* 2009;114(1):50–6.
  18. Cámara de Diputados, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). Consumo de alimentos. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH, 2018) [Internet]. Cámara de Diputados CEDRSSA. Ciudad de México; 2019 [citado el 3 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/74ENIGH2018-Investigación.pdf>
  19. Moreno JM, Galiano M. Nutrición en el adolescente con enfermedad crónica. *Rev Form Contin la Soc Española Med la Adolesc.* 2016;4(3):20–30.
  20. Organización Mundial de la Salud. Desarrollo en la adolescencia [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2015 [citado el 9 de agosto de 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/adolescence/dev/es/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/)
  21. United Nations Children’s Fund. La adolescencia temprana y tardía [Internet]. United Nations Children’s Fund. 2011 [citado el 6 de

- septiembre de 2019]. Disponible en:  
<https://www.unicef.org/spanish/sowc2011/pdfs/La-adolencia-temprana-y-tardia.pdf>
22. Curilem C, Almagiá A, Rodríguez F, Yuing T, Berral F, Martínez C, et al. Assessment body composition in children and teens: guidelines and recommendations. *Nutr Hosp.* 2015;33(3):734–8.
  23. Food and Agriculture Organization. Evaluación nutricional [Internet]. Food and Agriculture Organization. 2019 [citado el 15 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/nutrition/evaluacion-nutricional/es/>
  24. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2017, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. [Internet]. Secretaría de Salud. México; 2018 [citado el 6 de septiembre de 2020]. Disponible en:  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5523105&fecha=18/05/2018](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5523105&fecha=18/05/2018)
  25. Secretaría de Salud. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-031-SSA2-2014, Para la atención a la salud de la infancia. [Internet]. Secretaría de Salud. México; 2015 [citado el 6 de septiembre de 2020]. Disponible en:  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5417151&fecha=25/11/2015](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5417151&fecha=25/11/2015)
  26. Hebebrand J. Evaluación del desarrollo adecuado del peso y la composición corporales desde la infancia hasta la edad adulta con atención especial de los trastornos de la conducta alimentaria y ponderales. En: Hebebrand J, Herpertz-Dahlmann B, editores. *Trastornos de la conducta alimentaria y obesidad en niños y adolescentes*. España: Elsevier; 2019. p. 13.
  27. Palafox M, Ledesma J. Preadolescente y adolescente. En: de León J, Salas E, Bernal M, editores. *Manual de fórmulas y tablas para la intervención nutricional*. 3ra ed. México; 2015. p. 269–347.
  28. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Acerca del índice de masa corporal para niños y adolescentes [Internet]. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. 2015 [citado el 6 de septiembre de 2020]. Disponible en:  
[https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/childrens\\_bmi/acerca\\_indice\\_masa\\_corporal\\_ninos\\_adolescentes.html](https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/childrens_bmi/acerca_indice_masa_corporal_ninos_adolescentes.html)
  29. Saldívar-Cerón H, Vázquez-Martínez AL, Barrón-Torres MT. Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura, índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y

- obesidad infantil. *Acta pediátrica México*. 2016;37(2):79–87.
30. Porca C, Tejera C, Bellido V, García JM, Bellido D. Nuevo enfoque en la valoración de la ingesta dietética. *Nutr Clínica en Med*. 2016;10(2):95–107.
  31. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. [Internet]. Secretaría de Salud. México; 2013 [citado el 20 de agosto de 2019]. Disponible en:  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138258/NOM-043-servicios-basicos-salud-educacion-alimentaria.pdf>
  32. Gil Á, Martínez De Victoria E, Olza J. Indicadores de evaluación de la calidad de la dieta. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2015;21:127–43.
  33. Pérez C, Aranceta J, Salvador G, Varela-Moreiras G. Food Frequency Questionnaires. *Nutr Hosp*. 2015;31:49–56.
  34. Holt EM, Steffen LM, Moran A, Basu S, Steinberger J, Ross JA, et al. Fruit and Vegetable Consumption and Its Relation to Markers of Inflammation and Oxidative Stress in Adolescents. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(3):414–21.
  35. Souki A, García D, Parra A, Valbuena M, Araujo S, Ruíz G, et al. El consumo de fibra dietética está inversamente asociado con el estado nutricional antropométrico y con los componentes del Síndrome Metabólico en niños y adolescentes. *Latinoam Hipertens*. 2018;13(2).
  36. Maganto C, Garaigordobil M, Kortabarria L. Anthropometric variables, eating habits and diets in adolescents and youth: Sex differences. *Acción Psicológica*. 2016;13(2):89–100.
  37. Bonvecchio A, González W, Fernández-Gaxiola AC. Alimentación en las diferentes etapas de la vida. En: Bonvecchio A, Fernández-Gaxiola AC, Plazas M, Kaufer-Horwitz M, Pérez AB, Dimarco JÁ, editores. *Guías alimentarias y de actividad física*. México: Intersistemas; 2015. p. 52,53.
  38. Halliwell B. Antioxidant characterization. Methodology and mechanism. *Biochem Pharmacol*. 1995;49(10):1341–8.
  39. de Carvalho Melo-Cavalcante AA, da Rocha Sousa L, Alencar MVOB, de Oliveira Santos JV, da Mata AM oliveira, Paz MFCJ, et al. Retinol palmitate and ascorbic acid: Role in oncological prevention and therapy. *Biomed Pharmacother*. 2019;109:1394–405.
  40. Peng C, Wang X, Chen J, Jiao R, Wang L, Li YM, et al. Biology of ageing and role of dietary antioxidants. *Biomed Res Int*. 2014;2014:13.
  41. Pisoschi AM, Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of

- oxidative stress: A review. *Eur J Med Chem.* 2015;97:55–74.
42. Galano A, Mazzone G, Alvarez-Diduk R, Marino T, Alvarez-Idaboy JR, Russo N. Food Antioxidants: Chemical Insights at the Molecular Level. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2016;7(1):335–52.
  43. Trelles C. "Grasas, polifenoles totales y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) en chocolates comerciales. [Perú]: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2018.
  44. Parhiz H, Roohbakhsh A, Soltani F, Rezaee R, Iranshahi M. Antioxidant and anti-inflammatory properties of the citrus flavonoids hesperidin and hesperetin: An updated review of their molecular mechanisms and experimental models. *Phyther Res.* 2015;29(3):323–31.
  45. Widsten P, Cruz CD, Fletcher GC, Pajak MA, McGhie TK. Tannins and extracts of fruit byproducts: Antibacterial activity against foodborne bacteria and antioxidant capacity. *J Agric Food Chem.* 2014;62(46):11146–56.
  46. Danta CC, Piplani P. The discovery and development of new potential antioxidant agents for the treatment of neurodegenerative diseases. *Expert Opin Drug Discov.* 2014;9(10):1205–22.
  47. Landete JM. Dietary Intake of Natural Antioxidants: Vitamins and Polyphenols. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2013;53(7):706–21.
  48. Iqbal J, Abbasi BA, Ahmad R, Batool R, Mahmood T, Ali B, et al. Potential phytochemicals in the fight against skin cancer: Current landscape and future perspectives. *Biomed Pharmacother.* 2019;109(June 2018):1381–93.
  49. Roleira FMF, Tavares-da-Silva EJ, Varela CL, Costa SC, Silva T, Garrido J, et al. Plant derived and dietary phenolic antioxidants: anticancer properties. *Food Chem.* 2015;183:235–58.
  50. Marrazzo G, Barbagallo I, Galvano F, Malaguarnera M, Gazzolo D, Frigiola A, et al. Role of dietary and endogenous antioxidants in diabetes. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2014;54(12):1599–616.
  51. Yan XT, Lee SH, Li W, Sun YN, Yang SY, Jang HD, et al. Evaluation of the antioxidant and anti-osteoporosis activities of chemical constituents of the fruits of *Prunus mume*. *Food Chem.* 2014;156:408–15.
  52. Vysakh A, Ratheesh M, Rajmohanan TP, Pramod C, Premlal S, Girish Kumar B, et al. Polyphenolics isolated from virgin coconut oil inhibits adjuvant induced arthritis in rats through antioxidant and anti-inflammatory action. *Int Immunopharmacol.* 2014;20(1):124–30.
  53. Tur JA. Papel del consumo de antioxidantes en la obesidad infantil. *Rev Española Endocrinol Pediátrica.* 2018;9(3):10–4.

54. Cui L, Decker EA. Phospholipids in foods: Prooxidants or antioxidants? *J Sci Food Agric*. 2016;96(1):18–31.
55. Liakopoulos V, Roumeliotis S, Bozikas A, Eleftheriadis T, Dounousi E. Antioxidant Supplementation in Renal Replacement Therapy Patients: Is There Evidence? *Oxid Med Cell Longev*. 2019;2019:1–23.
56. Villagrán M, Muñoz M, Díaz F, Troncoso C, Celis-Morales C, Mardones L. Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Rev Chil Nutr*. 2019;46(6):800–8.
57. Tóth SZ, Lorincz T, Szarka A. Concentration does matter: the beneficial and potentially harmful effects of ascorbate in humans and plants. *Antioxidants Redox Signal*. 2018;29(15):1516–33.
58. Coronado M, Vega S, Gutiérrez R, Vázquez M, Radilla C. Antioxidants: present perspective for the human health. *Rev Chil Nutr*. 2015;42:206.
59. Nayak B, Liu RH, Tang J. Effect of Processing on Phenolic Antioxidants of Fruits, Vegetables, and Grains—A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015;55(7):887–919.
60. Monter-Arciniega A, Hernández-Falcón TA, Cruz-Cansino NDS, Ramírez-Moreno E, Alanís-García E, Arias-Rico J, et al. Functional Properties, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Purple Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) Waste: Comparison with Commercial Fibers. *Waste and Biomass Valorization*. 2018;1–10.
61. Ramírez-Moreno E, Hervert-Hernández D, Sánchez-Mata MC, Díez-Marqués C, Goñi I. Intestinal bioaccessibility of polyphenols and antioxidant capacity of pulp and seeds of cactus pear. *Int J Food Sci Nutr*. 2011;62(8):839–43.
62. Morales P, Barros L, Ramírez-Moreno E, Santos-Buelga C, Ferreira ICFR. Xoconostle fruit (*Opuntia matudae* Scheinvar cv. rosa) by-products as potential functional ingredients. *Food Chem*. 2015;185:289–97.
63. García-Saavedra NM, Barros L, Reis FS, Roriz CL, Alves MJ, García-Hernandez M, et al. Chemical characterization and biological activities of two varieties of xoconostle fruits: *Opuntia joconostle* F.A.C. Weber ex Diguet and *Opuntia matudae* Scheinvar. *Food Funct*. 2019;10(6):3181–7.
64. Yang CS, Ho CT, Zhang J, Wan X, Zhang K, Lim J. Antioxidants: Differing Meanings in Food Science and Health Science. *J Agric Food Chem*. 2018;66(12):3063–8.
65. Pearson J, Pullar J, Wilson R, Spittlehouse J, Vissers M, Skidmore P, et al. Vitamin C status correlates with markers of metabolic and cognitive health in 50-year-olds: findings of the chalice cohort study. *Nutrients*. 2017;9(8):831.

66. Sun Y, Yang C, Tsao R. Nomenclature and general classification of antioxidant activity/capacity assays. En: Apak R, Capanoglu E, Shahidi F, editores. *Measurement of antioxidant activity & capacity*. India: John Wiley and Sons Ltd; 2018. p. 1,2.
67. Hernández-Rodríguez P, Pabón L, Rodríguez H. Flavonoids: potential therapeutic agents by their antioxidant capacity. En: Segura MR, editor. *Bioactive compounds health benefits and potential applications*. Estados Unidos: Woodhead Publishing; 2019. p. 272.
68. Food and Agriculture Organization/Organización Mundial de la Salud. Report of the 30th session of the codex committee on nutrition and foods for special dietary uses. Roma, Italia; 2009.
69. Food and Drug Administration. *The Declaration of Certain Isolated or Synthetic Non-Digestible Carbohydrates as Dietary Fiber on Nutrition and Supplement Facts Labels: Guidance for Industry*. Estados Unidos; 2018.
70. Cruz-Requena M, Escobedo-García S, Salas-Tovar JA, Mora-Cura Y, Chávez-González ML, Castillo-Reyes F, et al. Definitions and regulatory perspectives of dietary fibers. En: Galanakis C, editor. *Dietary fiber: properties, recovery and applications*. Reino Unido: Academic Press; 2019. p. 2.
71. Bourges-Rodríguez H. Los nutrimentos. En: Kaufe-Horwitz M, Pérez-Lizaur AB, Arroyo P, editores. *Nutriología médica*. 4ta edición. México: Médica Panamericana; 2017. p. 46–60.
72. Khan K, Jovanovski E, Ho HVT, Marques ACR, Zurbau A, Mejia SB, et al. The effect of viscous soluble fiber on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2018;28(1):3–13.
73. Sato K, Sasaki M, Nishimura M, Yamauchi T. Correlation between Habitual Dietary Fibre Intake and Postprandial Plasma Glucose Levels in Early Adulthood. *Ann Hum Biol*. 2019;1–21.
74. Masrul M, Nindrea RD. Dietary Fibre Protective against Colorectal Cancer Patients in Asia: A Meta-Analysis. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019;7(10):1723–7.
75. Soliman GA. Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*. 2019;11(5).
76. Galisteo M, Duarte J, Zarzuelo A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *J Nutr Biochem*. 2008;19(2):71–84.
77. Vilcanqui-Pérez F, Vélchez-Perales C. Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud.

- Revisión. *Arch Latinoam Nutr.* 2017;67(2).
78. Esteban R, Mollá E, Benítez V. Sources of fiber. En: Rodney A, Samaan MD, editores. *Dietary fiber for the prevention of cardiovascular disease.* Los Angeles, Estados Unidos: Academic Press; 2017. p. 121.
  79. Sánchez R, Martín M, Palma S, López B, Bermejo LM, Gómez C. Indicaciones de diferentes tipos de fibra en distintas patologías. *Nutr Hosp.* 2015;31:2372–83.
  80. Trejo-Márquez MA, Lira-Vargas AA, Pascual-Bustamante S. Fibra para el futuro: propiedades y beneficios. En: Ramírez ME, editor. *Propiedades funcionales de hoy.* México: OmniaScience; 2017. p. 23.
  81. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de [Internet]. Secretaría de Salud. México; 2008 [citado el 19 de octubre de 2020]. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/NOMcereales\\_12434.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/NOMcereales_12434.pdf)
  82. Secretaría de Salud. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010. [Internet]. Secretaría de Salud. México; 2020 [citado el 25 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/2020/SEECO/NOM\\_051.pdf](https://www.dof.gob.mx/2020/SEECO/NOM_051.pdf)
  83. Beal T, Massiot E, Arsenault JE, Smith MR, Hijmans RJ. Global trends in dietary micronutrient supplies and estimated prevalence of inadequate intakes. *PLoS One.* 2017;12(4):E0175554.
  84. Jabłonowska-Lietz B, Jarosz A, Nowicka G. Dietary intake of antioxidant vitamins in healthy adults in relation to current recommended intake. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2013;64(1):43–8.
  85. Chun OK, Floegel A, Chung SJ, Chung CE, Song WO, Koo SI. Estimation of Antioxidant Intakes from Diet and Supplements in U.S. Adults. *J Nutr.* 2010;140(2):317–24.
  86. Scalbert A, Williamson G. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *J Nutr.* 2000;130(8):2073S-2085S.
  87. Hernández M, Rivera J, Shamah T, Cuevas L, Gómez L, Gaona E, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. México; 2016.
  88. Saura-Calixto F, Goñi I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chem.* 2006;94(3):442–7.
  89. Saura-Calixto F, Serrano J, Goñi I. Intake and bioaccessibility of total

- polyphenols in a whole diet. *Food Chem.* 2007;101(2):492–501.
90. Tresserra-Rimbau A, Medina-Remón A, Pérez-Jiménez J, Martínez-González MA, Covas MI, Corella D, et al. Dietary intake and major food sources of polyphenols in a Spanish population at high cardiovascular risk: the PREDIMED study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2013;23(10):953–9.
  91. Hervert-Hernández D, García OP, Rosado JL, Goñi I. 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.* 2011;44(5):1182–9.
  92. Brighenti F, Valtueña S, Pellegrini N, Ardigò D, Del Rio D, Salvatore S, et al. Total antioxidant capacity of the diet is inversely and independently related to plasma concentration of high-sensitivity C-reactive protein in adult Italian subjects. *Br J Nutr.* 2005;93(5):619–25.
  93. Prior RL, Gu L, Wu X, Jacob RA, Sotoudeh G, Kader AA, et al. 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.* 2007;26(2):170–81.
  94. Navarro-González I, Periago MJ, García-Alonso FJ. Estimation of the antioxidant capacity of foods consumed by the Spanish population. *Rev Chil Nutr.* 2017;44(2):183–8.
  95. Food and Agriculture Organization/Organización Mundial de la Salud. Food Standards Programme Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary uses [Internet]. Food and Agriculture Organization Organización Mundial de la Salud. 2007. Disponible en: [ftp://ftp.fao.org/codex/ccnfsdu29/nf29\\_03e.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/ccnfsdu29/nf29_03e.pdf)
  96. Bourges H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de Ingestión de Nutrientes para la Población. En: Bases Fisiológicas. México: Médica Panamericana; 2009.
  97. López-Olmedo N, Carriquiry AL, Rodríguez-Ramírez S, Ramírez-Silva I, Espinosa-Montero J, Hernández-Barrera L, et al. Usual Intake of Added Sugars and Saturated Fats Is High while Dietary Fiber Is Low in the Mexican Population. *J Nutr.* 2016;146(9):1856S-1865S.
  98. Gutiérrez J, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández, S Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez, M Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Cuernavaca, México; 2012.
  99. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2019. Disponible en:

- <https://www.who.int/dietphysicalactivity/goals/es/>
100. United Nations Children's Fund. Igualdad de género [Internet]. United Nations Children's Fund. [citado el 10 de septiembre de 2019]. Disponible en:  
[https://www.unicef.org/spanish/gender/3984\\_bigpicture.html](https://www.unicef.org/spanish/gender/3984_bigpicture.html)
  101. Elika. Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos - Wiki-Elika [Internet]. Elika. 2013 [citado el 27 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[https://wiki.elika.eus/index.php?title=Cuestionario\\_de\\_frecuencia\\_de\\_consumo\\_de\\_alimentos](https://wiki.elika.eus/index.php?title=Cuestionario_de_frecuencia_de_consumo_de_alimentos)
  102. Pérez-Islas JE. Reproducibilidad y validez de un cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos para adolescentes. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2016.
  103. World Health Organization. BMI-for-age (5-19 years) [Internet]. World Health Organization. 2007 [citado el 11 de septiembre de 2019]. Disponible en:  
[https://www.who.int/growthref/who2007\\_bmi\\_for\\_age/en/](https://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/)
  104. Martín-Aragón S, Marcos E. La nutrición en el adolescente. *Farm Prof.* 2008;22(10):42–7.
  105. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes.* 2006;30(4):598–602.
  106. Muñoz MG, Olivas FJ, de León DL, Ochoa C. El índice Cintura-Talla como predictor del daño cardiovascular. *Rev Cuba Aliment y Nutr.* 2016;26(2):239–51.
  107. Maffei C, Banzato C, Talamini G. Waist to height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. *J Pediatr.* 2008;152:207–13.
  108. Centro de Integración Juvenil A.C. Estudio Básico de Comunidad Objetivo 2018 [Internet]. Centro de Integración Juvenil, A.C. 2018 [citado el 22 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<http://www.cij.gob.mx/ebco2018-2024/9010/9010CSD.html>
  109. Otzen T, Manterola C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int J Morphol.* 2017;35(1):227–32.
  110. García-García JA, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investig en Educ Médica.* 2013;2(8):217–24.
  111. Pérez AB, Palacios B, Castro AL, Flores I. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. 4a ed. Fomento de nutrición y salud AC, editor. México: Ogali; 2014.
  112. Rivera J, Pérez AB, Batis C, Zendejas D. Consumir porciones recomendadas de alimentos según la edad. En: Bonvecchio A,

- Fernández-Gaxiola AC, Plazas M, Kaufer.Horwitz M, Pérez AB, Rivera J, editores. Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. México: Intersistemas; 2015. p. 69.
113. Cedeño-Morales R, Castellanos-González M, Benet-Rodríguez M, Mass-Sosa L, Mora-Hernández C, Parada-Arias J. Indicadores antropométricos para determinar la obesidad, y sus relaciones con el riesgo cardiometabólico. *Rev Finlay*. 2015;5(1):12–23.
  114. Bautista M, Guadarrama R, Veytia-López M. Prevalencia de obesidad según los indicadores: porcentaje de grasa corporal, índice de masa corporal y circunferencia de cintura. *Nutr clínica y dietética Hosp*. 2020;40(3):18–25.
  115. Cámara AD. Sobre la asociación entre el dimorfismo sexual en estatura y el estado nutricional de hombres y mujeres en el largo plazo. *Nutr Hosp*. 2018;35(5):123–8.
  116. Tarqui-Mamani CB, Alvarez-Dongo D, Lita Espinoza-Oriundo P. Análisis de la tendencia de la talla en niños y adolescentes peruanos; 2007-2013. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2018;22(1):64–71.
  117. Sohn K. Biological standards of living: age at menarche vs height. *Ann Hum Biol*. 2017;44(1):21–7.
  118. Curilem C, Almagià A, Rodríguez F, Yuing T, Berral F, Martínez C, et al. Assessment body composition in children and teens: guidelines and recommendations. *Nutr Hosp*. 2015;33(3):734–8.
  119. Zapata S, María Piedrahita A, Rojano B. Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. *Perspect en Nutr humana*. 2014;16(1):25–36.
  120. Rautiainen S, Serafini M, Morgenstern R, Prior R, Wolk A. The validity and reproducibility of food-frequency questionnaire-based total antioxidant capacity estimates in Swedish women. *Am J Clin Nutr*. 2008;87:1247–53.
  121. Morillas-Ruiz JM, Delgado-Alarcón JM. Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutr clínica y dietética Hosp*. 2012;32(2):8–20.
  122. Mercado-Mercado G, Carrillo L de la R, Wall-Medrano A, López JA, Álvarez-Parrilla E. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutr Hosp*. 2013;28(1):36–46.
  123. Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Determinación de la capacidad antioxidante de pulpa de frutos. *Cienc e*

- Tecnol Aliment. 2005;25(4):726–32.
124. Belščak-Cvitanović A, Benković M, Komes D, Bauman I, Horžić D, Dujmić F, et al. Physical properties and bioactive constituents of powdered mixtures and drinks prepared with cocoa and various sweeteners. *Jorunal Agric food Chem.* 2010;58(12):7187–95.
  125. Williamson G, Holst B. Dietary reference intake (DRI) value for dietary polyphenols: Are we heading in the right direction? *Br J Nutr.* 2008;99(SUPPL. 3):S55–8.
  126. Saura-Calixto F, Goñi I. Definition of the mediterranean diet based on bioactive compounds. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009;49(2):145–52.
  127. Lafarga T, Villaró S, Rivera A, Bobo G, Aguiló-Aguayo I. Bioaccessibility of polyphenols and antioxidant capacity of fresh or minimally processed modern or traditional lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. *J Food Sci Technol.* 2020;57(2):754–63.
  128. Kim MJ, Moon Y, Tou JC, Mou B, Waterland NL. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J Food Compos Anal.* 2016;49:19–34.
  129. González-Montesino DR. Capacidad antioxidante y aporte de polifenoles de la dieta macrobiótica implementada en el Instituto Finlay. Universidad de la Habana, Cuba; 2009.

## XII. ANEXOS

### 12.1 Aprobación del Comité de Ética e Investigación del proyecto de investigación para obtención de datos



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

Pachuca de Soto, Hidalgo a 9 de enero del 2019  
 CorInv/203/2019

**MTRA EN N.H TRINIDAD LORENA FERNANDEZ CORTES**  
**INVESTIGADOR ADSCRITO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMEDICAS Y DE LA SALUD**

Asunto: DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN.  
**APROBACIÓN.**

Título del Proyecto:  
**HABITOS Y ACTITUDES DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA Y SU RELACION CON EL**  
**ESTADO DE NUTRICION EN ADOLESCENTES.**  
 Código asignado por el Comité: **CEEI-00004-2019**

Le informamos que su proyecto de referencia ha sido evaluado por el Comité y las opiniones acerca de los documentos presentados se encuentran a continuación:

	Nº y/o Fecha Versión	Decisión
PROTOCOLO	Primero	<b>Aprobado</b>
CONSENTIMIENTO INFORMADO	Primera	<b>Aprobado</b>

Este protocolo tiene vigencia de Enero del 2019 a Enero del 2021.  
 En caso de requerir una ampliación, le rogamos tenga en cuenta que deberá enviar al Comité un reporte de progreso al menos 30 días antes de la fecha de término de su vigencia.

Atentamente

  
**M.C. Esp. Adrián Moya Escalera**  
**Presidente del Comité**  
 Ccp. Militario



Cirujía 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](http://www.uaeh.edu.mx)

## 12.2 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**.

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

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								
ESPAGUETI	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: \_\_\_\_\_

## 12.3 Criterios para evaluar el Índice de Masa Corporal en adolescentes

### 12.3.1 Índice de Masa Corporal de acuerdo con la edad en adolescentes hombres

Edad Año. Mes	Desviación estándar (IMC en kg/m <sup>2</sup> )						
	-3	-2	-1	Mediana	1	2	3
11.0	13.1	14.1	15.3	16.9	19.2	22.5	28.0
11.1	13.1	14.1	15.3	17.0	19.2	22.5	28.2
11.2	13.1	14.1	15.4	17.0	19.3	22.6	28.4
11.3	13.1	14.1	15.4	17.1	19.3	22.7	28.5
11.4	13.2	14.2	15.5	17.1	19.4	22.8	28.7
11.5	13.2	14.2	15.5	17.2	19.5	22.9	28.8
11.6	13.2	14.2	15.5	17.2	19.5	23.0	29.0
11.7	13.2	14.3	15.6	17.3	19.6	23.1	29.2
11.8	13.3	14.3	15.6	17.3	19.7	23.2	29.3
11.9	13.3	14.3	15.7	17.4	19.7	23.3	29.5
11.10	13.3	14.4	15.7	17.4	19.8	23.4	29.6
11.11	13.4	14.4	15.7	17.5	19.9	23.5	29.8
12.0	13.4	14.5	15.8	17.5	19.9	23.6	30.0
12.1	13.4	14.5	15.8	17.6	20.0	23.7	30.1
12.2	13.5	14.5	15.9	17.6	20.1	23.8	30.3
12.3	13.5	14.6	15.9	17.7	20.2	23.9	30.4
12.4	13.5	14.6	16.0	17.8	20.2	24.0	30.6
12.5	13.6	14.6	16.0	17.8	20.3	24.1	30.7
12.6	13.6	14.7	16.1	17.9	20.4	24.2	30.9
12.7	13.6	14.7	16.1	17.9	20.4	24.3	31.0
12.8	13.7	14.8	16.2	18.0	20.5	24.4	31.1
12.9	13.7	14.8	16.2	18.0	20.6	24.5	31.3
12.10	13.7	14.8	16.3	18.1	20.7	24.6	31.4
12.11	13.8	14.9	16.3	18.2	20.8	24.7	31.6
13.0	13.8	14.9	16.4	18.2	20.8	24.8	31.7
13.1	13.8	15.0	16.4	18.3	20.9	24.9	31.8
13.2	13.9	15.0	16.5	18.4	21.0	25.0	31.9
13.3	13.9	15.1	16.5	18.4	21.1	25.1	32.1
13.4	14.0	15.1	16.6	18.5	21.1	25.2	32.2
13.5	14.0	15.2	16.6	18.6	21.2	25.2	32.3
13.6	14.0	15.2	16.7	18.6	21.3	25.3	32.4
13.7	14.1	15.2	16.7	18.7	21.4	25.4	32.6
13.8	14.1	15.3	16.8	18.7	21.5	25.5	32.7
13.9	14.1	15.3	16.8	18.8	21.5	25.6	32.8
13.10	14.2	15.4	16.9	18.9	21.6	25.7	32.9
13.11	14.2	15.4	17.0	18.9	21.7	25.8	33.0
14.0	14.3	15.5	17.0	19.0	21.8	25.9	33.1
14.1	14.3	15.5	17.1	19.1	21.8	26.0	33.2
14.2	14.3	15.6	17.1	19.1	21.9	26.1	33.3
14.3	14.4	15.6	17.2	19.2	22.0	26.2	33.4
14.4	14.4	15.7	17.2	19.3	22.1	26.3	33.5
14.5	14.5	15.7	17.3	19.3	22.2	26.4	33.5
14.6	14.5	15.7	17.3	19.4	22.2	26.5	33.6
14.7	14.5	15.8	17.4	19.5	22.3	26.5	33.7
14.8	14.6	15.8	17.4	19.5	22.4	26.6	33.8
14.9	14.6	15.9	17.5	19.6	22.5	26.7	33.9
14.10	14.6	15.9	17.5	19.6	22.5	26.8	33.9
14.11	14.7	16.0	17.6	19.7	22.6	26.9	34.0
15.0	14.7	16.0	17.6	19.8	22.7	27.0	34.1

Modificado de World Health Organization (103).

### 12.3.2 Índice de Masa Corporal de acuerdo con la edad en adolescentes mujeres

Edad Año, mes	Desviación estándar (IMC en kg/m <sup>2</sup> )						
	-3	-2	-1	Mediana	1	2	3
11.0	12.7	13.9	15.3	17.2	19.9	23.7	30.2
11.1	12.8	13.9	15.4	17.3	19.9	23.8	30.3
11.2	12.8	14.0	15.4	17.4	20.0	23.9	30.5
11.3	12.8	14.0	15.5	17.4	20.1	24.0	30.6
11.4	12.9	14.0	15.5	17.5	20.2	24.1	30.8
11.5	12.9	14.1	15.6	17.5	20.2	24.2	30.9
11.6	12.9	14.1	15.6	17.6	20.3	24.3	31.1
11.7	13.0	14.2	15.7	17.7	20.4	24.4	31.2
11.8	13.0	14.2	15.7	17.7	20.5	24.5	31.4
11.9	13.0	14.3	15.8	17.8	20.6	24.7	31.5
11.10	13.1	14.3	15.8	17.9	20.6	24.8	31.6
11.11	13.1	14.3	15.9	17.9	20.7	24.9	31.8
12.0	13.2	14.4	16.0	18.0	20.8	25.0	31.9
12.1	13.2	14.4	16.0	18.1	20.9	25.1	32.0
12.2	13.2	14.5	16.1	18.1	21.0	25.2	32.2
12.3	13.3	14.5	16.1	18.2	21.1	25.3	32.3
12.4	13.3	14.6	16.2	18.3	21.1	25.4	32.4
12.5	13.3	14.6	16.2	18.3	21.2	25.5	32.6
12.6	13.4	14.7	16.3	18.4	21.3	25.6	32.7
12.7	13.4	14.7	16.3	18.5	21.4	25.7	32.8
12.8	13.5	14.8	16.4	18.5	21.5	25.8	33.0
12.9	13.5	14.8	16.4	18.6	21.6	25.9	33.1
12.10	13.5	14.8	16.5	18.7	21.6	26.0	33.2
12.11	13.6	14.9	16.6	18.7	21.7	26.1	33.3
13.0	13.6	14.9	16.6	18.8	21.8	26.2	33.4
13.1	13.6	15.0	16.7	18.9	21.9	26.3	33.6
13.2	13.7	15.0	16.7	18.9	22.0	26.4	33.7
13.3	13.7	15.1	16.8	19.0	22.0	26.5	33.8
13.4	13.8	15.1	16.8	19.1	22.1	26.6	33.9
13.5	13.8	15.2	16.9	19.1	22.2	26.7	34.0
13.6	13.8	15.2	16.9	19.2	22.3	26.8	34.1
13.7	13.9	15.2	17.0	19.3	22.4	26.9	34.2
13.8	13.9	15.3	17.0	19.3	22.4	27.0	34.3
13.9	13.9	15.3	17.1	19.4	22.5	27.1	34.4
13.10	14.0	15.4	17.1	19.4	22.6	27.1	34.5
13.11	14.0	15.4	17.2	19.5	22.7	27.2	34.6
14.0	14.0	15.4	17.2	19.6	22.7	27.3	34.7
14.1	14.1	15.5	17.3	19.6	22.8	27.4	34.7
14.2	14.1	15.5	17.3	19.7	22.9	27.5	34.8
14.3	14.1	15.6	17.4	19.7	22.9	27.6	34.9
14.4	14.1	15.6	17.4	19.8	23.0	27.7	35.0
14.5	14.2	15.6	17.5	19.9	23.1	27.7	35.1
14.6	14.2	15.7	17.5	19.9	23.1	27.8	35.1
14.7	14.2	15.7	17.6	20.0	23.2	27.9	35.2
14.8	14.3	15.7	17.6	20.0	23.3	28.0	35.3
14.9	14.3	15.8	17.6	20.1	23.3	28.0	35.4
14.10	14.3	15.8	17.7	20.1	23.4	28.1	35.4
14.11	14.3	15.8	17.7	20.2	23.5	28.2	35.5
15.0	14.4	15.9	17.8	20.2	23.5	28.2	35.5

Modificado de World Health Organization (103).

### 12.3.3 Interpretación del Índice de Masa Corporal de acuerdo con la OMS

<b>Desviación estándar (DE)</b>	<b>Interpretación</b>
<-3	Delgadez severa
<-2	Delgadez
+1 a -2	Normal
>+1 (equivalente al IMC de 25 kg/m <sup>2</sup> a los 19 años)	Sobrepeso
>+2 (equivalente al IMC de 30 kg/m <sup>2</sup> a los 19 años)	Obesidad

Modificado de World Health Organization (103).

## 12.4 Parámetros para evaluar el porcentaje de grasa corporal en adolescentes

### 12.4.1 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.* (105).

### 12.4.2 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.* (105).

## 12.5 Pruebas estadísticas para la normalidad y homogeneidad de las varianzas

### 12.5.1 Prueba de normalidad por el estadístico Kolmogorov-Smirnov

Variable		Estadístico	Grados de libertad	Significancia
Talla	Hombre	0.076	132	0.059
	Mujer	0.078	148	0.026
Peso	Hombre	0.104	132	0.001
	Mujer	0.115	148	0.000
Porcentaje de grasa corporal	Hombre	0.107	132	0.001
	Mujer	0.046	148	0.200
Índice de Masa Corporal	Hombre	0.133	132	0.000
	Mujer	0.089	148	0.006
Índice Cintura-Talla	Hombre	0.121	132	0.000
	Mujer	0.089	148	0.006

### 12.5.2 Prueba de homogeneidad de varianza por el estadístico de Levene

Variable	t	Grados de libertad	Significancia
Talla	35.66	278	0.000
Peso	3.31	278	0.070
Porcentaje de grasa corporal	0.29	278	0.588
Índice de Masa Corporal	0.01	278	0.937
Índice Cintura-Talla	1.88	278	0.172