



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES
CENTRO DE INVESTIGACIONES MULTIDISCIPLINARIAS SOBRE CHIAPAS Y
LA FRONTERA SUR

DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN GENÉTICA Y EN LA CONDICIÓN
SOCIOECONÓMICA RELACIONADAS CON LA VARIACIÓN DE LA
ADIPOSIDAD EN POBLACIÓN MEXICANA.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN ANTROPOLOGIA

PRESENTA:

FRANCISCO JAVIER DE AVILA BECERRIL

TUTOR:

DR. CARLOS SERRANO SÁNCHEZ
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS

CIUDAD DE MÉXICO MAYO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Agradezco a la Coordinación General de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México, al Programa de Posgrado en Antropología y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca y todo el apoyo académico con el que conté para la realización del presente trabajo de investigación.

A mi tutor el Dr. Carlos Serrano Sánchez le agradezco por compartir sus amplios conocimientos y experiencias acerca del estudio de la variación biológica y sociocultural de la población mexicana y por su oportuna ayuda durante todo el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a la red de investigadores que integran el Consorcio para el Análisis de la Diversidad y Evolución de Latinoamérica (proyecto CANDELA) y a su coordinador general, el Dr. Andrés Ruiz Linares de la *University College London*, por darme la oportunidad de analizar parte de la información recolectada en la Ciudad de México y de esta manera, dar continuidad a mi formación como antropólogo. En especial, agradezco a los antropólogos físicos, el Dr. Jorge Alfredo Gómez Valdés y el Lic. Víctor Acuña Alonso, por sus comentarios, asesorías y bibliografía recomendada. Para mí su trabajo y dedicación siempre han sido un ejemplo a seguir.

A la Dra. Paola Marcela Everardo Martínez, al antropólogo físico Miguel Ángel Contreras Sieck y a todo el equipo de trabajo del Laboratorio de Fisiología, Bioquímica y Genética de la ENAH. Admiro mucho la pasión con la que trabajan diferentes temas de interés antropológico. Espero seguir aprendiendo de ustedes y poder colaborar en otros proyectos de investigación futuros.

A mis compañeros de la maestría por enriquecer con sus comentarios y sugerencias mi trabajo de investigación y por la amistad proporcionada en todo momento.

Finalmente agradezco el enorme esfuerzo que ha hecho Cynthia por apoyarme. Muchas gracias por darme lo más valioso que tengo y mi máxima alegría: Paquito. Muchas gracias también a Tere, Sandy, Jessy, Yoalli, Katy, Amaury y Shein por su cariño, apoyo y confianza y por todas las alegrías y aprendizajes compartidos.

Índice

Introducción	4
1. El tejido adiposo y la problemática actual de la obesidad.....	5
1.1. Obesidad, el lado adverso de la adiposidad.....	7
1.2. Factores socioeconómicos y genéticos relacionados con la obesidad	10
1.3. Delimitación espacial y temporal del presente estudio	15
1.4. Relevancia de los estudios de la variación en la adiposidad	16
1.5. Pregunta de investigación.....	17
1.6. Hipótesis general	18
1.6.1. Hipótesis particular	18
1.7. Objetivo general.....	18
1.7.1. Objetivo particular	18
2. Marco histórico y conceptual de la investigación	19
2.1. Breves antecedentes históricos del estudio de la obesidad	19
2.2. Cambios económicos y sociales relacionados con la obesidad.....	21
2.3. Descubrimientos genéticos relacionados con la obesidad	22
2.4. Estudios previos de la relación entre obesidad y condiciones sociales en México.	25
3. Materiales y métodos utilizados en la investigación	39
3.1. Proyecto Candela y Proyecto Candela-México	39
3.2. Datos examinados en el presente estudio	41
3.2.1. Mediciones antropométricas	41
3.2.2. Información socioeconómica.....	41
3.2.3. Estimaciones de mestizaje	43
3.3. Características sociodemográficas del grupo poblacional analizado.....	44
3.4.1. Estadísticos descriptivos de datos antropométricos	47

3.4.2. Correlación lineal simple	47
3.4.3. Regresión lineal múltiple	48
3.4.4. Medidas de posición	49
4. Resultados.....	50
4.1. Estadísticos descriptivos de datos antropométricos	50
4.2. Correlación entre el porcentaje de herencia indígena y la edad	58
4.3. Prevalencia de obesidad de acuerdo al sexo y la edad de los individuos...	60
4.4. Correlación entre el ICC y el porcentaje de herencia indígena.....	62
4.5. Análisis de regresión lineal múltiple	64
4.6. Características demográficas y socioeconómicas de hombres y mujeres localizados en los extremos de la variación del ICC	67
4.6.1 Características socioeconómicas de mujeres en los extremos de la variación del ICC	71
4.6.2 Características socioeconómicas de hombres en los extremos de la variación del ICC	74
5. Consideraciones finales	76
5.1. Discusión	76
5.1.1. Estadísticos descriptivos.....	76
5.1.2. Correlación entre la herencia indígena y la edad	78
5.1.3. Correlación entre la herencia indígena y el estatus socioeconómico ...	79
5.1.4. Correlación entre el ICC y el porcentaje de herencia indígena	79
5.1.5. Regresión lineal múltiple	82
5.1.6. Extremos de la variación del ICC	84
5.2. Conclusiones	85
6. Bibliografía	87

Introducción

A partir de datos antropométricos disponibles, en este estudio se describen las diferencias en cuanto a la acumulación y la distribución de la grasa corporal que presenta un grupo de personas habitantes de la Ciudad de México y su área conurbada, uno de los principales centros urbanos e industrializados del país.

En este grupo de personas, también se analizan datos acerca de lo que se conoce como estimaciones de mestizaje genético, es decir, los niveles aproximados de material genético o *DNA* que la mayoría de las personas en México han heredado, durante el transcurso de varias generaciones, de individuos de diferente procedencia poblacional: indígenas e individuos de origen europeo y africano, principalmente. Así mismo, se analiza información correspondiente a tres indicadores de las condiciones sociales y económicas en las que se encuentra el grupo de personas examinadas: un índice de riqueza, la educación y la ocupación.

Por medio de diferentes pruebas estadísticas, se evalúa la asociación que existe entre los datos anteriormente mencionados y las diferencias encontradas en cuanto a la acumulación y la distribución de la grasa corporal. La evaluación de esta asociación se llevó a cabo considerando que la herencia genética y las condiciones socioeconómicas son dos de los factores que parecen estar más relacionados con la acumulación de la grasa corporal y el desarrollo de la obesidad en distintas poblaciones, incluyendo la población mexicana.

Los diferentes tipos de datos analizados en este estudio se recolectaron previamente como parte de un proyecto de investigación más amplio, conocido como proyecto Candela, el cual describe la diversidad genética, la variación de distintas características físicas y aspectos socioculturales (como la autopercepción de la apariencia física) de la población establecida en México y en otros países en América Latina.

1. El tejido adiposo y la problemática actual de la obesidad

El tejido adiposo o tejido graso constituye parte de la composición corporal de diferentes especies de animales, incluyendo los humanos (Speakman y O'Rahilly, 2012; Zihlman y Bolter, 2015). El tejido adiposo está compuesto por adipocitos: células especializadas en acumular a los lípidos conocidos como triacilgliceroles (también llamados triglicéridos o simplemente grasas). Los humanos obtienen grasas a partir del consumo de una gran variedad de alimentos. Esta obtención de grasas a partir de la alimentación es esencial para la vida ya que nuestro cuerpo almacena las grasas ingeridas para aprovecharlas después como energía (Nelson y Cox, 2009; Murray et al., 2010). En otras palabras, podemos decir que los humanos compartimos con otras especies de animales la capacidad de almacenar la energía contenida en los alimentos en forma de grasa (Norgan, 1997; Stryjecki et al., 2018)¹.

El tejido adiposo no solo representa un depósito de combustible inerte, como antes se pensaba comúnmente. Por el contrario, las reservas de grasa en humanos participan activamente en la regulación de diferentes sistemas corporales (incluidos los sistemas nervioso, inmunológico, cardiovascular y reproductivo) y en la producción de hormonas sexuales como el estrógeno y la testosterona², entre otras funciones (Norgan, 1997; Wells, 2006 y 2012; Zihlman y Bolter, 2015). Por ejemplo, uno de los productos más famosos de las grasas es la leptina, una proteína de señalización que estimula al cuerpo a mantener un peso estable: en las personas delgadas, el tejido graso produce niveles bajos de leptina, lo que las impulsa a comer y aumentar de peso; mientras que en las personas con mayor tejido graso la producción de leptina aumenta, lo que suprime el hambre y detiene el aumento de peso³.

¹ No obstante, es importante mencionar que otras moléculas contenidas en los alimentos, como los carbohidratos (en especial los azúcares simples conocidos como glucosa y fructuosa), de igual forma se convierten en grasa por los adipocitos (Kapit y Elson, 2005). Esto ocurre principalmente cuando se consumen en exceso alimentos procesados (como el refresco) a los que se les añaden diferentes tipos de azúcares en cantidades mayores a las que contienen de forma natural otros alimentos (por ejemplo, las frutas y las verduras) (<https://learn.genetics.utah.edu/content/metabolism/sugar/>).

² <https://learn.genetics.utah.edu/content/metabolism/fat/>

³ <https://learn.genetics.utah.edu/content/metabolism/fat/>

Actualmente, en la mayoría de los estudios antropológicos y epidemiológicos el grado de acumulación de grasa, así como su distribución en el cuerpo, se evalúan (de manera indirecta) mediante el registro de diferentes mediciones corporales (como el peso y el perímetro de la cintura), o bien, a partir del cálculo de índices antropométricos como el Índice de Masa Corporal o IMC, el Índice Cintura Cadera o ICC y el índice Cintura Estatura o ICE, entre otros⁴.

Aunque aún existe controversia en afirmar que índice antropométrico predice mejor el riesgo de desarrollar obesidad u otras alteraciones metabólicas asociadas (Nassir et al., 2014, Ashwell et al., 2011), los datos generados a partir del cálculo de estos índices antropométricos, así como los obtenidos mediante la implementación de otras técnicas de medición más directas, muestran varios aspectos importantes con respecto a la variación de la adiposidad:

- En primer lugar, los datos disponibles muestran que en los últimos 40 años aproximadamente, la obesidad ha aumentado considerablemente a nivel mundial (Ulijaszek y Lofink, 2006; Albuquerque et al., 2015). No obstante, cabe mencionar que este incremento mundial de la obesidad es variable entre países con diferentes características socioeconómicas y culturales (Henneberg y Grantham, 2014), entre las cuales destaca el nivel de afluencia económica: el aumento de la obesidad parece comenzar casi al mismo tiempo en la mayoría de los países de ingresos altos en las décadas de 1970 y 1980; desde ese entonces, la mayoría de los países de ingresos medios y muchos de ingresos bajos se han sumado rápidamente al aumento global de la prevalencia de obesidad (Swinburn et al., 2011).
- Por otra parte, al interior de las poblaciones generalmente se observa un marcado dimorfismo sexual en el contenido y la distribución regional de la grasa en adultos: en los hombres la grasa se concentra principalmente en el

⁴ A diferencia de la antropometría, otras técnicas de medición permiten establecer de manera más directa el grado de acumulación de grasa y su distribución en el cuerpo; por ejemplo, la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética, la absorciometría con rayos X de doble energía y la bioimpedancia, entre otras. Sin embargo, en la mayoría de los estudios estas técnicas no se utilizan debido a que son difíciles de aplicar en muestras grandes de población y debido a que son costosas (Canizales-Quinteros, 2008; Nelson et al., 1999).

tronco y el abdomen (segmento superior), un patrón de distribución conocido como androide; mientras que en las mujeres la grasa se deposita principalmente en las nalgas y los muslos (segmento inferior), lo que se conoce como distribución de tipo ginoide (Norgan, 1997; Zihlman y Bolter et al., 2015; González-Villalpando et al., 1997) (figura 1).

- Además, al comparar entre individuos de ambos sexos con estatura y peso corporal equivalentes, se aprecian mayores niveles de acumulación de grasa y tasas metabólicas más bajas entre las mujeres (González-Villalpando et al., 1997; Speakman, 2013; Rao et al., 2014).

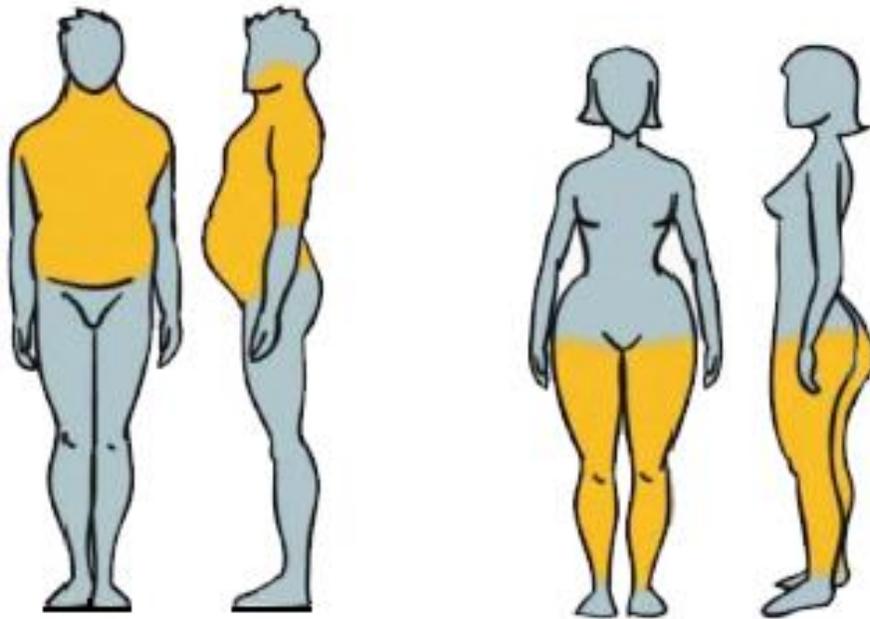


Figura 1. Diferencias sexuales en la acumulación y distribución de la adiposidad

1.1. Obesidad, el lado adverso de la adiposidad

A pesar de que el tejido adiposo interviene en múltiples funciones biológicas importantes, su participación en estas funciones biológicas ha tenido poca atención debido a que el sobrepeso y la obesidad se relacionan con diversas enfermedades crónicas (Wells, 2012). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS),

el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud⁵.

Con el fin de evaluar la acumulación excesiva de grasa, no solo en individuos adultos sino también en niños y adolescentes, investigadores de diferentes disciplinas frecuentemente utilizan el Índice de Masa Corporal (IMC). El IMC se calcula dividiendo el peso (en kilogramos) de un individuo (ya sea hombre o mujer) entre su altura (en metros) al cuadrado. De esta manera, valores superiores a 29.9 kg/m² clasifican a un individuo adulto como obeso (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de valores de IMC en adultos
(modificado de OMS, 1998)

Clasificación	IMC
Peso bajo	menor a 18.5 kg/m ²
Peso normal	18.5 a 24.9 kg/m ²
Sobrepeso	25 a 29.9 kg/m ²
Obesidad nivel 1	30 a 34.9 kg/m ²
Obesidad nivel 2	35 a 39.9 kg/m ²
Obesidad nivel 3	mayor a 40 kg/m ²

Hoy en día el IMC se utiliza ampliamente debido a que permite comparar de forma sencilla la prevalencia de obesidad en la población adulta a nivel mundial (Ulijaszek y Lofkin, 2006) (ver por ejemplo, la figura 2). Sin embargo, una de sus limitaciones consiste en que no distingue casos en los que el peso corporal elevado se debe más a los altos niveles de masa muscular libre de grasa (magra), que a concentraciones excesivas de grasa (Albuquerque et al., 2015; OMS, 1998). Además, el IMC tampoco señala como es que se distribuye el exceso de grasa en el cuerpo, distribución que como ya mencionamos, es distinta entre hombres y mujeres (figura 1) y la cual implica diferentes riesgos para la salud en los individuos

⁵ <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

obesos (OMS, 1998). En otras palabras, podemos decir que existen diferencias sexuales importantes en la distribución de la grasa, las cuales no se aprecian cuando se estudia el IMC como medida de obesidad (Lumish et al., 2020).

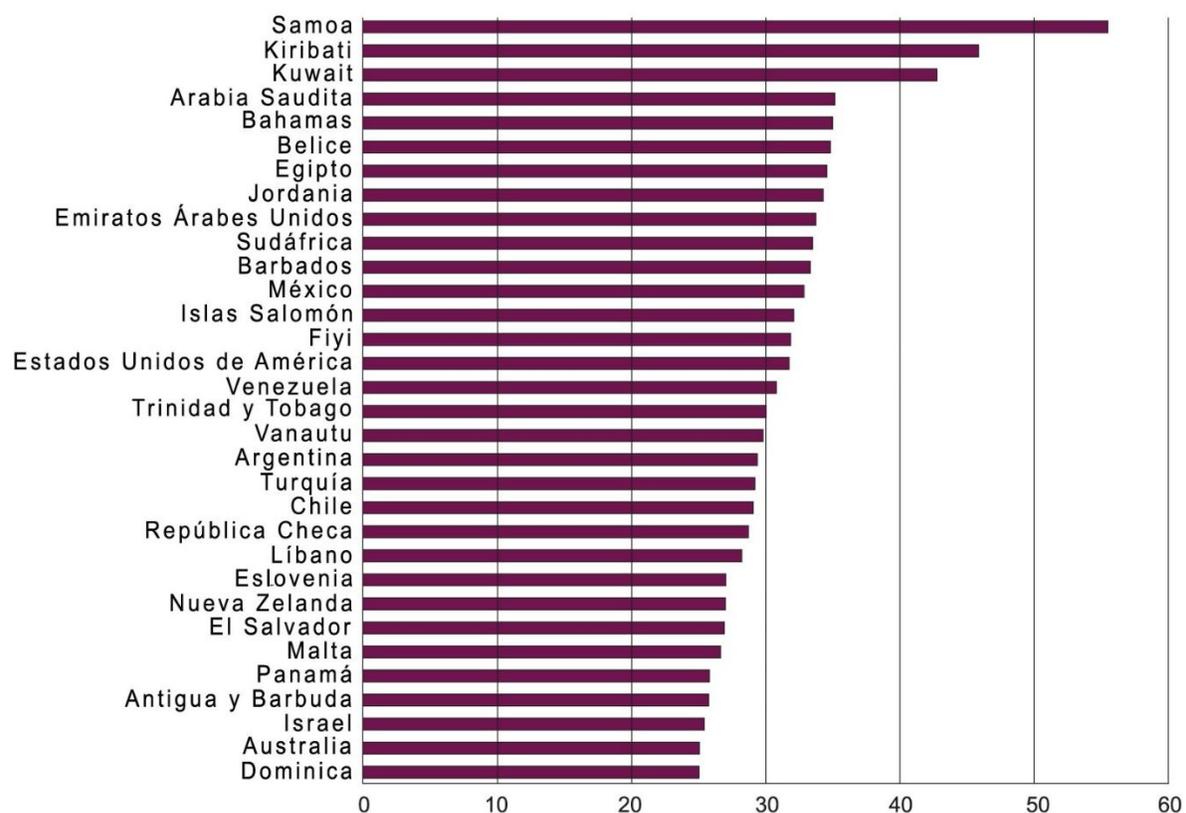


Figura 2. Selección de países (entre ellos México) con más del 25% de la población adulta en estado de obesidad (IMC \geq 30 kg/m²). Esto de acuerdo a datos de la OMS para el año 2013 (modificado de Henneberg y Grantham, 2014).

A diferencia del IMC, otros indicadores antropométricos como el Índice Cintura Cadera (ICC) y el Índice Cintura Estatura (ICE) si determinan la distribución de la adiposidad en el organismo. Para ello, se utilizan valores de referencia como los que se muestran a continuación:

- En el caso del ICC, un valor superior a 0.9 en hombres y 0.85 en mujeres, significa un exceso de grasa en la región central o abdominal (OMS, 2011);
- Mientras que valores de ICE superiores a 0.5 tanto en hombres como en mujeres indican esta misma condición de obesidad central o abdominal (Browning et al., 2010).

En las últimas cuatro décadas aproximadamente, la prevalencia de sobrepeso y obesidad (estimada por medio del IMC) casi se ha triplicado en todo el mundo. Según estimaciones realizadas por la OMS, en 2016 existían más de 1900 millones de adultos de 18 años o más con sobrepeso, de los cuales aproximadamente 650 millones tenían obesidad. Este incremento en la prevalencia de obesidad se ha descrito como un importante problema de salud pública a nivel mundial. Esto se debe, entre otras causas, a que la obesidad central o abdominal (es decir, el exceso de grasa que se deposita alrededor del intestino) es considerada uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes tipo 2, las enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Albuquerque et al., 2015; Acosta, 2012; Campillo, 2015; Almeda-Valdes et al., 2016; Moreno-Altamirano et al., 2014). En el caso de México, los datos generados en diferentes estudios y encuestas a nivel nacional, como la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2012 y del 2018 (ENSANUT 2012 y 2018), de igual forma señalan un rápido incremento en la prevalencia de obesidad ocurrido en las últimas décadas (Barquera et al., 2009; Moreno-Altamirano et al., 2014).

1.2. Factores socioeconómicos y genéticos relacionados con la obesidad

Aunque en las últimas décadas se registra un rápido incremento en la prevalencia de obesidad a nivel mundial, es importante mencionar que dicho incremento no afecta por igual a todas las personas en cada país examinado. En países con un desarrollo económico alto (es decir, en países industrializados con un ingreso per

cápita⁶ superior a los 12,275 dólares estadounidenses) la obesidad afecta sobre todo a las personas de bajo nivel socioeconómico (Dinsa et al., 2012). No obstante, en países con un nivel de desarrollo económico bajo o medio la relación entre el estatus socioeconómico y la obesidad aún no está bien definida (Dinsa et al., 2012; Smith y Goldman, 2007).

Dinsa y colaboradores (2012) al revisar una serie de estudios realizados entre el 2004 y el 2010 encuentran que en países de ingresos bajos la asociación entre el estatus socioeconómico y la obesidad es principalmente positiva en ambos sexos: las mujeres y los hombres de mayores ingresos o con mayor nivel educativo tienen mayor probabilidad de ser obesos. Sin embargo, en países de ingresos medios (como es el caso de México, cuyo ingreso per cápita fue de 9,946.034 USD en 2019)⁷ la asociación se vuelve mixta (positiva, negativa o nula) para los hombres y principalmente negativa para las mujeres. Estos resultados además concuerdan con un patrón ya reportado en otros estudios, en el que la obesidad se desplaza de los ricos a los pobres a medida que se pasa de países con un ingreso per cápita más bajo a países con un ingreso per cápita más alto (Monteiro et al., 2004; McLaren, 2007; citados por Dinsa et al., 2012; Swinburn et al., 2011; Figueroa, 2009; Patel, 2008).

Aunado al desarrollo económico de los países, el incremento en la prevalencia de obesidad registrado hoy en día a nivel mundial, generalmente se explica como resultado de una serie de cambios económicos, sociales y tecnológicos ocurridos a partir de la segunda mitad del siglo XX (Ulijaszek y Lofkin, 2006; Speakman, 2013). Estos cambios afectan en particular dos aspectos del estilo de vida de las personas: la dieta y la actividad física.

⁶ El Banco Mundial clasifica el nivel de desarrollo económico de los países (el cual puede ser bajo, medio o alto) según el ingreso per cápita de éstos. El ingreso per cápita se obtiene al dividir el valor de todos los bienes y servicios generados durante un año por la economía de una nación o estado (lo que se conoce también como Producto Interno Bruto o PIB) entre el número de sus habitantes en ese año. Debido a que el estándar de vida tiende generalmente a incrementarse a medida que el ingreso per cápita aumenta, éste se utiliza como una medida indirecta de la calidad de vida de la población (<https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/03/CS07-2009.pdf>).

⁷ <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=MX>

Por una parte, el desarrollo de la industria alimentaria ha generado un cambio en el que al mismo tiempo que se reduce el consumo de dietas tradicionales (basadas en alimentos como el maíz, los cereales y las leguminosas), aumenta el consumo de alimentos ricos en grasas (de origen vegetal y animal), así como también de otros alimentos y bebidas procesados (como pasteles, dulces y refrescos), los cuales tienen altas concentraciones de azúcares añadidos (como la fructuosa que se encuentra en el jarabe de maíz)⁸ y bajas cantidades de vitaminas, minerales y otros micronutrientes (Campillo, 2015; Popkin, 2004; Popkin y Gordon-Larsen, 2004; Moreno-Altamirano et al., 2014). De acuerdo a algunos estudios, el aumento en la demanda y producción de alimentos ricos en grasas (como la carne, la leche y sobre todo los aceites vegetales comestibles), así como de otros alimentos y bebidas procesados, se registra principalmente en países de ingresos bajos a medios como México, Egipto y Sudáfrica (Popkin, 2004; Popkin y Gordon-Larsen, 2004).

Por otra parte, vivir en una zona urbana generalmente incrementa la probabilidad de padecer sobrepeso u obesidad por diferentes razones (Goryakin y Suhrcke, 2014); las cuales se vinculan con el desarrollo tecnológico aplicado a la producción industrial, las telecomunicaciones, el transporte y el comercio, entre otros ámbitos.

Por ejemplo, en comparación con las personas que habitan en zonas rurales, las personas establecidas en las ciudades quizá gastan menos energía debido a que trabajan en ocupaciones que demandan menor actividad física (como en los llamados trabajos de oficina que implican sentarse varias horas frente a una computadora), tienen menos oportunidad de ejercitarse (por la falta de espacios adecuados y seguros o debido a que los tiempos de traslado del hogar al trabajo o a la escuela y viceversa implican entre 2 y 4 horas diarias) o simplemente utilizan su tiempo libre para ver televisión (Popkin, 2004; Barquera et al., 2009; Goryakin y Suhrcke, 2014; Moreno-Altamirano et al., 2014). Además, en las ciudades las

⁸ En la producción en masa de refrescos realizada en los Estados Unidos y en muchos otros alimentos y bebidas producidos industrialmente en México, se utiliza el jarabe de maíz como edulcorante calórico (Popkin, 2004). Todo indica que el consumo de este jarabe afecta la salud, ya que las altas concentraciones de fructuosa contenidas en éste, se convierten en grasa que se acumula principalmente en el hígado, ocasionando la enfermedad conocida como hígado graso no alcohólico (<https://learn.genetics.utah.edu/content/metabolism/sugar/>).

personas pueden experimentar una rápida transición hacia un mayor suministro y consumo de alimentos baratos y de alta densidad energética, debido a que en éstas la distribución y la comercialización de dichos alimentos es mayor y más eficiente (Goryakin y Suhrcke, 2014; Popkin y Gordon-Larsen, 2004).

Hasta este punto hemos visto que la obesidad generalmente se atribuye al consumo de alimentos con un alto contenido calórico y a la inactividad física. No obstante, en los últimos años se ha demostrado que esta alteración también puede tener un componente genético importante (Albuquerque et al., 2015; Figueroa, 2009; González, 2011). De hecho, los resultados de estudios realizados en familias y con gemelos señalan que la obesidad común es altamente variable entre individuos y que la contribución genética (heredabilidad) a este padecimiento puede ser de hasta un 65% aproximadamente (van der Klaauw y Farooqui, 2015; Cheung y Mao, 2012; Speakman y O'Rahilly, 2012).

Si bien los estudios hechos en familias y con gemelos informan acerca de la heredabilidad de la obesidad, dichos estudios no identifican en particular genes o variantes genéticas responsables de la variación de esta característica (Lopes, 2009). Es por esto que en los últimos años se han implementado diferentes metodologías de análisis (entre ellas los novedosos estudios de asociación del genoma completo o GWAS por sus siglas en inglés: *Genome-Wide Association Studies*) cuyos resultados muestran la existencia de decenas de variantes genéticas asociadas (estadísticamente) con diferentes mediciones de adiposidad u obesidad (Grarup et al., 2014; Wen et al., 2016).

A pesar de que en los últimos años se han descubierto cada vez más variantes genéticas asociadas con la obesidad, es importante señalar que las variantes identificadas hasta ahora solo explican un pequeño porcentaje de la variación de este padecimiento, además de que dichas variantes se han identificado principalmente en poblaciones de origen europeo (Grarup et al., 2014; Albuquerque et al., 2015; Cheung y Mao, 2012). Lo anterior aunado al hecho de que la frecuencia de las variantes genéticas de riesgo varían considerablemente entre diferentes poblaciones (Tejero, 2008; Albuquerque et al., 2015), señala la necesidad de

replicar los estudios de asociación, ya sea para averiguar si las variantes identificadas también se observan en poblaciones no europeas (y de ser así, calcular su frecuencia), o bien, para establecer si existen otras variantes hasta ahora no observadas y las cuales se especula, tienen una baja frecuencia o son específicas de ciertas poblaciones (Barrera, 2017; Albuquerque et al., 2015; Speakman y O'Rahilly, 2012).

En el caso de México, ya se han confirmado varios de los *loci* genéticos previamente asociados con la obesidad en poblaciones europeas (Barrera, 2017; Canizales-Quinteros, 2008; Villalobos-Comparán et al., 2008), mientras que también, se han identificado variantes que al parecer son exclusivas de población mexicana.

Con respecto a los estudios genéticos de la obesidad, de igual forma nos interesa mencionar una serie de investigaciones en las cuales se observa que en comparación con individuos de mayor ascendencia europea, individuos de distintos grupos minoritarios en los Estados Unidos (como los llamados afroamericanos, hispanoamericanos o mexicoamericanos, entre otros) presentan prevalencias más altas de obesidad (Nassir et al., 2012; Fernández et al., 2004; Fernández et al., 2013).

En particular, lo que nos interesa señalar de los estudios anteriores son las asociaciones estadísticas observadas entre la prevalencia de obesidad y el grado de mestizaje genético (de origen africano, europeo o indígena) que presentan los individuos examinados⁹. A partir de las asociaciones estadísticas encontradas (por ejemplo, entre una mayor proporción de herencia indígena y mayores niveles de adiposidad), en estos estudios se asume que las diferencias en la prevalencia de obesidad se deben en parte a la presencia de variantes alélicas que han sido

⁹ En las estimaciones de mestizaje genético se calcula el grado en que el genoma de los individuos (de origen mestizo) estudiados, se compone del ADN heredado de individuos pertenecientes a otras poblaciones a las que se considera como parentales (Fernández et al., 2013). Hoy en día, muchas poblaciones humanas están formadas por la mezcla o el intercambio genético ocurrido entre diferentes poblaciones parentales. Por ejemplo, se considera que las poblaciones americanas actuales surgen como resultado del mestizaje genético ocurrido entre tres principales grupos de población, los cuales entraron en contacto a partir de la expansión colonial europea del siglo XVI: diversas poblaciones indígenas, grupos de conquistadores y colonizadores europeos e individuos de origen africano traídos al continente como esclavos (Salzano y Sans, 2014).

heredadas de alguna de las poblaciones parentales en particular (Fernández et al., 2004; Fernández et al., 2013; Stryjecki et al., 2018; Rotimi y Jorde et al., 2010). Sin embargo, es importante mencionar que en varios de estos estudios no se consideran variables de tipo socioeconómico o cultural, las cuales de igual forma pueden contribuir a las diferencias en la prevalencia de obesidad observadas. Por ejemplo, la desigualdad socioeconómica, el acceso a los servicios de salud, el estrés psicosocial y la marginación y discriminación sociales, entre otros (Albuquerque et al., 2015; Stryjecki et al., 2018).

Tomando en cuenta la información que se conoce hasta ahora, diferentes autores señalan que la acumulación de grasa representa una característica compleja que surge como resultado de la influencia e interacción de factores genéticos y ambientales (Zihlman y Bolter, 2015; Wells, 2006; Wells et al., 2012; González, 2011; Tejero, 2008). Sin embargo, aún no se conoce bien cuál es la contribución relativa de este tipo de factores a la obesidad. Algunos estudios señalan que a nivel grupal o poblacional, más que los genes, las principales causas de la variación de esta característica corporal son las condiciones sociales y económicas a las que históricamente han estado expuestos los individuos (Albuquerque et al., 2015; Cheung y Mao, 2012; Benach y Muntaner, 2005) y en el presente trabajo de investigación nos inclinamos a pensar que esta afirmación es correcta.

1.3. Delimitación espacial y temporal del presente estudio

En el presente estudio se analizan datos demográficos, genéticos y socioeconómicos previamente recolectados en una de las investigaciones multidisciplinarias más amplias que se han hecho hasta ahora en poblaciones latinoamericanas. Nos referimos al proyecto implementado por el Consorcio para el Análisis de la Diversidad y Evolución de Latinoamérica, el cual se conoce también como proyecto Candela¹⁰. En el proyecto Candela se estudia la diversidad biológica y sociocultural que actualmente presentan varias muestras de individuos originarios de países como México, Colombia, Brasil, Perú y Chile. El estudio de esta diversidad

¹⁰ <https://www.ucl.ac.uk/candela>

biológica y sociocultural se realizó a partir de diferentes tipos de datos (antropométricos, genéticos, sociodemográficos y socioculturales) los cuales se recolectaron en más de 7,000 individuos (Ruiz-Linares et al., 2014). En el caso del proyecto Candela-México, la fase de recolección de datos se realizó durante el periodo que va de septiembre de 2010 a julio de 2012 y en ella participaron un total de 1682 voluntarios quienes en su mayoría provienen de la Ciudad de México.

De manera específica, en el presente estudio se utilizaron las siguientes mediciones antropométricas previamente recolectadas en el proyecto Candela-México: peso, estatura, perímetro de la cintura y perímetro de la cadera. A partir de estas mediciones se calcularon tres índices antropométricos diferentes (Índice de Masa Corporal, Índice Cintura Cadera e índice Cintura Estatura) con el objetivo de evaluar cómo es que se acumula y se distribuye la grasa corporal en total de 1199 individuos pertenecientes a la muestra original del proyecto Candela-México. Por otra parte, por medio de la implementación de diferentes pruebas estadísticas, se buscó establecer en qué medida variables de tipo genético y socioeconómico se relacionan con la variación de la adiposidad en este grupo de individuos.

1.4. Relevancia de los estudios de la variación en la adiposidad

Analizar cómo es que varían los niveles de grasa corporal dentro y entre diferentes grupos humanos es relevante desde el punto de vista antropológico por diferentes razones. Desde el punto de vista evolutivo se considera que la capacidad de acumular energía en forma de grasa representa un tipo de estrategia biológico adaptativa desarrollada por nuestra especie en respuesta a los cambios ecológicos ocurridos en los últimos miles de años (Wells, 2012; Norgan, 1997). De igual forma, se considera que el dimorfismo sexual que presenta esta característica tiene un papel importante en la reproducción de nuestra especie, ya que de acuerdo a diferentes estudios, los depósitos de grasa en las mujeres funcionan como una reserva de energía importante, la cual se utiliza durante los periodos de embarazo y lactancia (Ulijaszek y Lofink, 2006; Zihlman y Bolter, 2015).

Por otra parte, estudiar el sobrepeso y la obesidad es relevante desde el punto de vista epidemiológico o de la salud. Esto se debe a que a nivel mundial, 7 de las 10 principales causas de muerte registradas en 2019 fueron enfermedades no transmisibles y entre éstas se encuentran algunas relacionadas con el desarrollo de la obesidad: como la enfermedad isquémica del corazón, el ataque cerebrovascular, el cáncer de pulmón y la diabetes tipo 2, entre otras¹¹. En este sentido, la obesidad además de tener un gran impacto social, también implica costos directos e indirectos en los servicios de salud y en los programas de prevención y de asistencia social implementados en diferentes países en todo el mundo (Albuquerque et al., 2015).

1.5. Pregunta de investigación

Considerando que los niveles de grasa corporal no se distribuyen por igual en todos los individuos dentro de las poblaciones y que aún falta averiguar qué tipo de factores tienen una mayor influencia en la variación de esta característica corporal, en el presente estudio se busca responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida diferentes indicadores del estatus socioeconómico, más que la herencia genética, se correlacionan con la acumulación y la distribución de la grasa corporal que presenta una muestra de población mexicana contemporánea?

En el caso de México, podemos decir que hasta ahora diferentes estudios se enfocan en el tema de la variación de la adiposidad y el desarrollo de la obesidad desde diferentes perspectivas de análisis (Villalobos-Comparán, 2012; Villalobos-Comparán et al., 2008; León-Mimila, 2011 y 2017; León-Mimila et al., 2013; Zaldívar, 2014). Sin embargo, para explicar el origen de esta variación en la adiposidad pocos estudios incluyen el análisis de la ancestría genética y del contexto socioeconómico (Ruderman et al., 2019). Considerando lo anterior, en el presente estudio proponemos analizar en qué medida el componente genético indígena y diferentes indicadores del estatus socioeconómico se relacionan con la variación de la adiposidad en una muestra de población mexicana contemporánea.

¹¹ <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

A partir de esta propuesta de análisis consideramos que se puede llegar a obtener información útil acerca de los posibles factores que contribuyen a la acumulación de grasa en población mexicana. Esto, además de ser uno de los principales aportes de este estudio, también puede ser útil en el diseño de estrategias de prevención y de tratamiento de la obesidad.

1.6. Hipótesis general

Los factores socioeconómicos influyen más que la herencia genética en la variación de la grasa corporal observada actualmente en población mexicana.

1.6.1. Hipótesis particular

Las personas de menor estatus socioeconómico presentan mayores niveles de acumulación de grasa.

1.7. Objetivo general

Analizar como varían los niveles de grasa corporal en un grupo de adultos jóvenes pertenecientes a la población mexicana y examinar en qué medida esta variación probablemente se debe a factores como el sexo, la edad, la herencia indígena y el nivel socioeconómico.

1.7.1. Objetivo particular

Analizar en qué medida, las personas con un nivel socioeconómico bajo presentan una mayor acumulación de grasa corporal u obesidad.

2. Marco histórico y conceptual de la investigación

2.1. Breves antecedentes históricos del estudio de la obesidad

La obesidad es relativamente reciente en la historia evolutiva humana, ya que hasta hace unos 10,000 años aproximadamente esta condición no existía (Brown, 1991; Brown y Krick, 2001; citados por Ulijaszek y Lofink, 2006). Tal parece que esto se debe a que durante la mayor parte de la evolución de nuestra especie, predominó la escasez de alimentos, la malnutrición y una actividad física constante (Bellisari, 2008; Eknoyan, 2006).

Durante la mayor parte de los aproximadamente 5 millones de años de evolución de los homínidos, la dieta de esta familia de primates consistió en lo que se podía extraer de los ambientes naturales mediante el carroñeo, la caza y la recolección (Henneberg y Grantham 2014). Probablemente esta dieta incluía el consumo de carne magra, frutas frescas y vegetales (Bellisari, 2008). Autores como Henneberg y Grantham (2014) consideran que la dieta de estos cazadores recolectores no produjo altos niveles de adiposidad (incluso cuando contenía grandes cantidades de grasa animal), ya que no incluía el consumo de productos lácteos o grandes cantidades de almidones y azúcares refinados.

Sin embargo, hace unos 10,000 años aproximadamente el patrón de subsistencia humano experimentó una transformación importante: los grupos de cazadores y recolectores comenzaron a cultivar especies de plantas silvestres (por ejemplo, algunos cereales) y a domesticar animales en diferentes regiones (Bellisari, 2008). Con el tiempo, se establecieron centros agrícolas en donde las plantas y animales domésticos proporcionaron mayores cantidades de energía.

De esta manera, hace unos 3,000 años aproximadamente, en casi todas las regiones del mundo se estableció, simultáneamente, un nuevo patrón de subsistencia basado en la agricultura y la ganadería. Este nuevo patrón de subsistencia, más estable y de mayor producción energética, eventualmente estimuló el desarrollo de pueblos, ciudades y finalmente naciones modernas con sociedades sedentarias y estratificadas (Bellisari, 2008).

Para algunos autores, la escasez de alimentos experimentada durante la mayor parte de la historia humana, contribuyó a que más recientemente se percibiera a la obesidad como un sinónimo de riqueza, salud y fertilidad (Ulijaszek y Lofink, 2006; Eknoyan, 2006). Es decir, se estableció la creencia de que tener un cuerpo obeso o una corpulencia “carnosa” era bueno y deseable, lo cual se reflejó en representaciones artísticas, literarias y en la opinión médica que se tenía hasta antes de la segunda mitad del siglo XIX (Eknoyan, 2006).



Figura 3. Alessandro dal Borro, general italiano con obesidad y cuyo retrato fue realizado por el pintor Charles Mellin (1597-1649)¹².

¹² <https://www.medievalists.net/2020/06/fatness-thinness-middle-ages/>

El impacto de la obesidad en la calidad de vida comenzó a apreciarse y a registrarse durante los siglos XVIII y XIX. Sin embargo, fue hasta las primeras décadas del siglo XX cuando comenzaron a documentarse sus complicaciones mórbidas y su alta mortalidad asociada. Es decir que la obesidad entendida como una enfermedad, con complicaciones patológicas y fisiopatológicas definidas, solo tiene un poco más de un siglo de antigüedad (Beller, 1977; Schwartz, 1986; Pool, 2001; Bay, 2004; citados por Eknoyan, 2006).

2.2. Cambios económicos y sociales relacionados con la obesidad

A partir de la segunda mitad del siglo XX se produjeron cambios sociales, económicos y tecnológicos los cuales alteraron los patrones de vida en casi todo el mundo (Ulijaszek y Lofink, 2006; Campillo, 2015). Estos cambios al parecer están ligados al crecimiento económico que se registra en varios países después de la segunda guerra mundial e incluyen: una mayor producción y suministro de alimentos, la modernización de los medios de comunicación y de transporte y el crecimiento urbano, entre otros.

Dichos cambios socioeconómicos y tecnológicos coinciden con el aumento global de la obesidad, el cual generalmente se explica como resultado de un mayor consumo de alimentos ricos en grasas y azúcares (es decir, alimentos con un alto contenido energético y además de bajo costo) aunado a una reducción crítica de la actividad física que se traduce en un menor gasto de energía (Speakman, 2013; Popkin 2004; Barquera et al., 2009).

Este patrón en el que se consume de forma permanente más energía de la que se gasta es conocido como balance energético positivo y desde hace más de 50 años se utiliza para explicar de forma simple el fenómeno de la obesidad (Armstrong et al., 1951; citado por Henneberg y Grantham, 2014; Albuquerque et al., 2015; Speakman y O'Rahilly, 2012). Se ha propuesto que el ambiente obesogénico, es decir el entorno físico, económico, social y cultural de la mayoría de las naciones industrializadas, fomenta el balance energético positivo en sus poblaciones (Swinburn et al., 1999; citado por Ulijaszek y Lofink, 2006).

Sin embargo, algunos estudios sugieren que el balance energético positivo no alcanza a explicar por completo la epidemia actual de obesidad (Henneberg y Grantham, 2014; Eknoyan, 2006). Por ejemplo, el balance energético positivo no explica cómo es que al interior de una población, o incluso dentro de un mismo núcleo familiar, hay individuos que a pesar de estar expuestos a entornos obesogénicos, mantienen una masa corporal normal o bajos niveles de obesidad. A partir de estas observaciones se infirió la existencia de variación individual en la propensión a la obesidad (Henneberg y Grantham, 2014). Inclusive varios médicos a inicios del siglo XX ya señalaban que parte de esta variación individual en la propensión a la obesidad podía atribuirse a la influencia de factores genéticos (Jou, 2014).

2.3. Descubrimientos genéticos relacionados con la obesidad

Desde hace más de un siglo se ha propuesto que algunas personas tienen mayor susceptibilidad a la obesidad que otras y que esta mayor susceptibilidad se relaciona con los mecanismos biológicos hereditarios (Jou, 2014). La primera evidencia convincente de esto, quizá sea un estudio publicado en 1986 por Stunkard y colaboradores (Jou, 2014). En este estudio se analizan registros de adopción correspondientes a un total de 540 adultos daneses. Aprovechando que los registros de adopción incluían la altura y el peso de los padres adoptivos y biológicos, Stunkard et al. (1986) comparan el Índice de Masa Corporal (IMC) de ambos grupos de padres con el de los individuos adoptados. Se descubrió entonces que el IMC de los sujetos adoptados se aproxima más al de los padres biológicos que al de los padres adoptivos: cuatro quintas partes de los sujetos que tenían padres biológicos obesos eran obesos, en comparación con una séptima parte de los sujetos que tenían padres biológicos de peso normal (Stunkard et al., 1986; citado por Jou, 2014).

Considerando los resultados de estudios de adopción como el anterior, se llegó a afirmar que la herencia genética sí influye en la regulación del peso corporal y en la susceptibilidad a la obesidad (Jou, 2014). Sin embargo, en las últimas décadas del

siglo XX aún no se sabía en qué medida las diferencias entre individuos con respecto al grado de acumulación de grasa se debían a la influencia de factores genéticos, es decir que aún no se conocía con precisión cuál era la heredabilidad de la obesidad.

Tradicionalmente, los estudios en gemelos se han implementado para estimar cuál es la heredabilidad de una característica morfológica determinada (Albuquerque et al., 2015). Esto se debe al hecho de que los gemelos monocigóticos son genéticamente idénticos, mientras que los gemelos dicigóticos comparten solo un 50% de su material genético. Por consiguiente, los estudios en gemelos de igual forma se han utilizado para estimar el componente genético de la adiposidad (Ulijaszek y Lofink, 2006).

En la tabla 2 se muestran los resultados de algunos estudios implementados en gemelos y en los cuales se analiza el componente hereditario de la variabilidad en la adiposidad (Wells, 2012). En este caso se observa que dicho componente hereditario (h^2) presenta un rango de variación que va del 48% en el Reino Unido al 80% en Finlandia.

Tabla 2. Heredabilidad de la adiposidad en una selección de estudios con gemelos (tomado de Wells, 2012)

Población	Edad	<i>n</i>**	Medición	h^2 (%)	Referencia
China	Adultos	1260	IMC	61	Lee et al., 2010
			Cintura*	75	
Finlandia	Adultos	5278	IMC	80	Hjelmborg et al., 2008
Reino Unido	4 años	3582	IMC	48	Haworth et al., 2008
	11 años	4251	IMC	78	
Estados Unidos	20 años	4071	IMC	77	Stunkard et al., 1986
	Adultos	1224	IMC	76	Watson et al., 2010

*Cintura: perímetro de la cintura

** *n*: pares de gemelos

Aunque los resultados son variables dependiendo del estudio, en 2002 existía consenso en afirmar que alrededor del 65% de la variación en la obesidad se debía a la influencia factores genéticos (Segal y Allison, 2002; citado por Speakman y

O’Rahilly, 2012), mientras que el resto de esta variación se atribuía a la acción de factores ambientales (es decir, a factores no genéticos como el contexto social y cultural en el que se sitúan las poblaciones). No obstante, más allá de obtener valores de heredabilidad recientes o actualizados, para autores como Speakman y O’Rahilly (2012) es más importante considerar que los factores genéticos y ambientales interactúan para generar individuos obesos en las sociedades modernas.

A partir de estudios genéticos como los descritos anteriormente, se empezó a considerar que la adiposidad era una característica fenotípica de variación continua, cuya expresión se define por la acción combinada (es decir, aditiva) de diferentes genes o variantes alélicas (Ulijaszek y Lofink, 2006; Albuquerque et al., 2015; Wells, 2012; Speakman y O’Rahilly, 2012). De hecho, actualmente numerosos estudios sugieren que el perfil genético de una persona en particular, puede ser una causa de las diferencias individuales en la propensión al aumento de peso y a la obesidad (Albuquerque et al., 2015).

Por medio de la implementación de diferentes metodologías de análisis, en las últimas décadas se han identificado más de 100 *loci* genéticos asociados con el fenotipo de la obesidad y otras alteraciones metabólicas relacionadas (Wen et al., 2016; Jobling et al., 2013). Entre las estrategias implementadas con estos propósitos se encuentran los estudios de desequilibrio de ligamiento, los estudios de genes candidato¹³ y los estudios de asociación de genoma completo o GWAS (*Genome-Wide Association Study*), entre otras metodologías (Canizales-Quinteros, 2008; Tejero, 2008; Barrera, 2017). La mayoría de los loci genéticos identificados hasta el momento, se encuentran involucrados con los mecanismos transmisores de las señales de hambre y saciedad, con los procesos de crecimiento y diferenciación de los adipocitos y con la regulación del gasto energético (González, 2011; Albuquerque et al., 2015; Canizales-Quinteros, 2008).

¹³ Los genes candidato son genes previamente relacionados con mecanismos que condicionan el desarrollo de ciertas enfermedades, en nuestro caso, la acumulación de grasa corporal u obesidad.

Sin embargo, hasta ahora las variantes genéticas asociadas con la variación de la adiposidad se han identificado principalmente en poblaciones de origen europeo (Wen et al., 2016; Mamtani et al., 2016; Janina y Janina, 2016). Esto es importante ya que actualmente existen diferencias en la prevalencia de obesidad entre diferentes grupos poblacionales (Canizales-Quinteros, 2008; Albuquerque et al., 2015; González, 2011), lo cual sugiere que las variantes genéticas asociadas a este fenotipo, también pueden variar de un grupo poblacional a otro (Tejero, 2008).

Varios *loci* genéticos previamente asociados con la obesidad en poblaciones europeas, ya se han identificado en población mexicana, mientras que por otra parte, también se han identificado variantes que al parecer son específicas de la población establecida en nuestro país. Este es el caso del alelo C230 (rs9282541) en el gen *ABCA1*, el cual se asocia con niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad (HDL), obesidad y diabetes tipo 2 en mexicanos de origen mestizo (Barrera, 2017; Acuña-Alonzo et al., 2010; León-Mimila et al., 2013).

De acuerdo a los estudios descritos anteriormente, podemos decir que la acumulación de grasa corporal y el aumento excesivo de peso representan una característica extremadamente compleja la cual generalmente resulta de la interacción de determinadas variantes genéticas con el ambiente.

Considerando que al ambiente se le señala como el aspecto más relevante para explicar la situación actual de exceso de peso, más allá de los aspectos biológicos o conductuales (Popkin et al., 2012; citado por Martínez, 2017), a continuación se describen estudios en los que se utilizan diferentes indicadores del estatus socioeconómico como variables indirectas del ambiente y se evalúa la asociación de estos indicadores con los niveles de grasa en diferentes muestras de poblaciones mexicanas.

2.4. Estudios previos de la relación entre obesidad y condiciones sociales en México.

Diferentes estudios señalan que en comparación con la herencia genética, otros factores de tipo socioeconómico y cultural tienen una mayor influencia en la

acumulación de grasa y el desarrollo de la obesidad (Benach y Muntaner, 2005; Albuquerque et al., 2015; Patel, 2008). Tomando en cuenta estos estudios, en este apartado describimos una serie de investigaciones en las que, para explicar la etiología compleja de la obesidad, se consideran las condiciones sociales, económicas y culturales que predominan en México desde hace varias décadas.

Por ejemplo, Sandoval (1985) analiza de qué manera la diferenciación social influye en la variación de diferentes características físicas, las cuales se evaluaron en un grupo de 286 hombres adultos (de entre 18 y 25 años) provenientes del área metropolitana de la Ciudad de México. En dicho estudio, se clasificó a los individuos en grupos o estratos según su procedencia social (definida a partir de la ocupación y la escolaridad de los padres y de los abuelos del sujeto) y se analizaron estadísticamente las diferencias intergrupales en cuanto a distintos indicadores de la estructura corporal. Entre estos indicadores de la estructura corporal se encuentran, la adiposidad (evaluada mediante la suma de los pliegues cutáneos subescapular, braquial posterior, suprailiaco y el pliegue de la pantorrilla) (figura 4) y la proporcionalidad corporal (es decir, la linearidad y la transversalidad), entre otros indicadores.

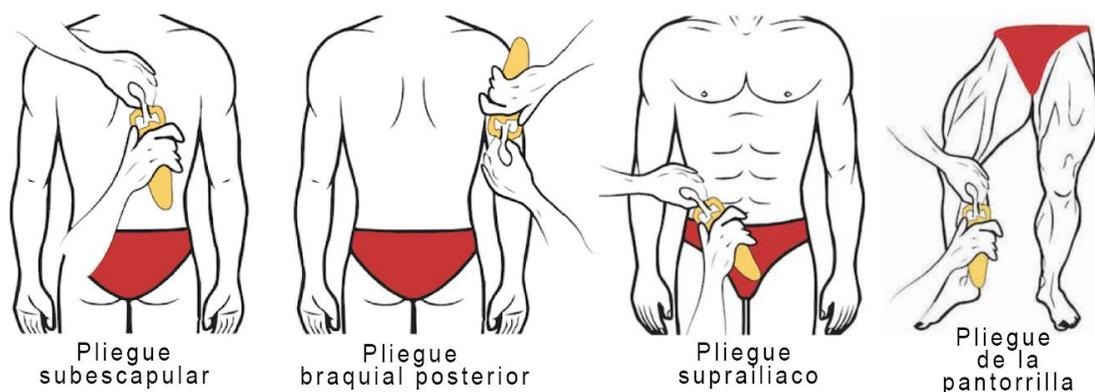


Figura 4. Pliegues cutáneos analizados en el estudio de Sandoval (1985)¹⁴

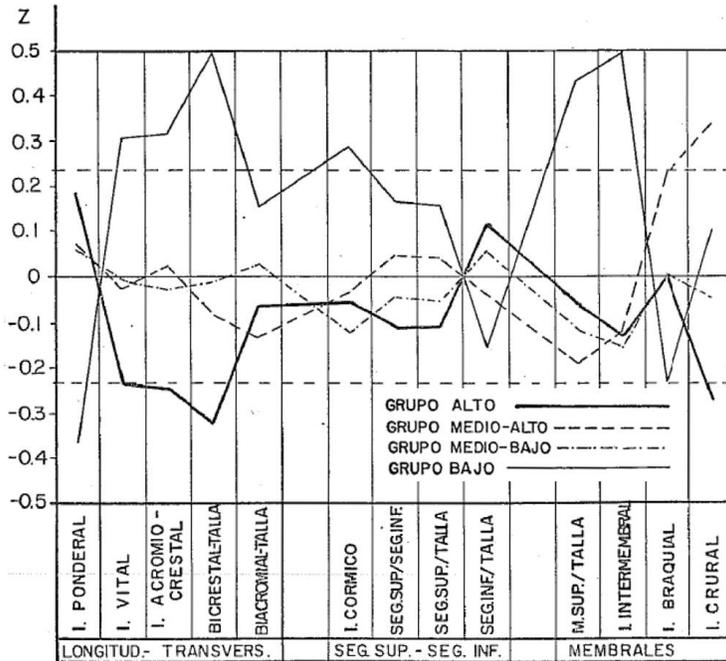
¹⁴ Figura elaborada a partir de imágenes disponibles en: <https://www.estimatebodyfat.com/caliper-calculator.html>

Los principales resultados muestran una tendencia del estrato social bajo hacia una estructura corporal que, con respecto a la talla total, es relativamente más pesada (menor linearidad: de acuerdo a los valores de un índice ponderal) y más ancha en el área de la pelvis (mayor transversalidad: según los valores de un índice bicrestal talla) (figura 5a). Por otra parte, en este mismo grupo bajo también se aprecia una tendencia hacia una mayor adiposidad (figura 5b), la cual ya para la época, se consideró como aproximada a las tendencias de países desarrollados: en estos países hay una mayor adiposidad en los estratos sociales más bajos (Dinsa et al., 2012; Swinburn et al., 2011). Para Sandoval (1985), esta mayor adiposidad del estrato socioeconómico bajo probablemente se debe a cambios en la actividad física (de hecho, el estrato social bajo registró la menor actividad deportiva) y tal vez, a cambios de dieta relacionados con patrones culturales de alimentación.

Aunque no es el principal propósito de este apartado, un aspecto que nos parece interesante del estudio de Sandoval (1985) es que para explicar algunas de las diferencias corporales encontradas (figura 5 a y b) (sobre todo las observadas en la talla total; figura 5b) también se consideran las diferencias en la composición genética de los grupos sociales establecidos. Para ello, se recurre a estudios en los que se analiza el origen histórico de la población en diferentes regiones y en los que también se identifican ciertas características biológicas hereditarias (como la pigmentación de la piel), las cuales, desde la época colonial en México, se han asociado a ciertos grupos sociales. Además, para definir la procedencia genética del grupo examinado, el autor registra el lugar de nacimiento de los sujetos participantes en el estudio, así como el de los padres y los abuelos de éstos.

De esta manera se observa que desde el periodo de conquista en nuestro país, grupos de origen europeo y su descendencia conformaron la clase social alta que se estableció en las áreas urbanas del norte, el oeste y, en menor proporción, el centro de México. Mientras que la población indígena de posición socioeconómica baja históricamente ha sido mayoritaria en regiones como el centro y en particular, en las zonas rurales. Al parecer, esta estrecha relación entre la formación de grupos sociales y grupos “raciales” en cierta medida se mantiene hasta la actualidad y para Sandoval (1985) dicha relación explica mejor los principales hallazgos de su estudio.

a. Perfiles estandarizados de proporciones corporales



b. Perfiles estandarizados de dimensiones corporales

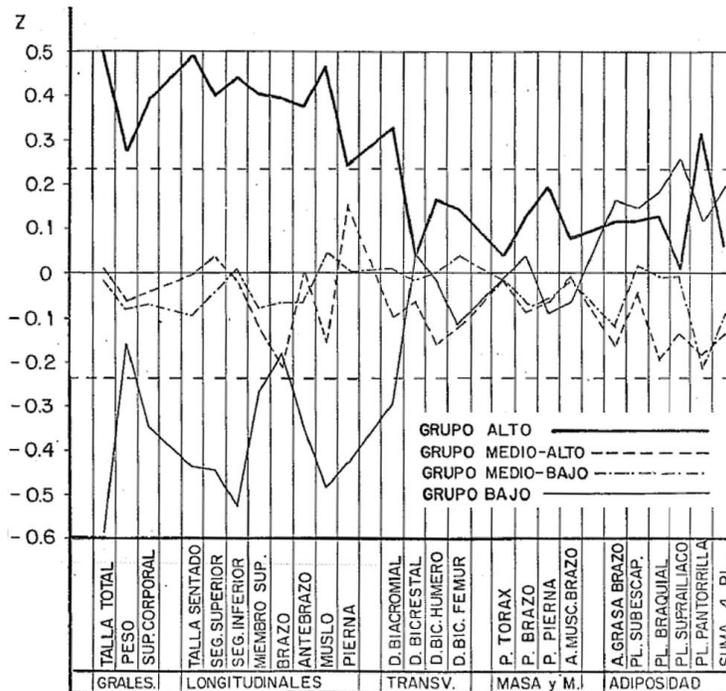


Figura 5. Perfiles estandarizados de proporciones (a) y dimensiones (b) corporales (tomado de Sandoval, 1985). Los valores de indicadores como el índice ponderal (a), el índice bicrestal talla (a) y la suma de pliegues cutáneos (b) señalan, respectivamente, diferencias en cuanto a la linealidad, la transversalidad y la adiposidad corporal entre individuos de diferente perfil socioeconómico. La zona de significación de las diferencias se define por las líneas punteadas horizontales.

Es decir que el estrato alto presenta mayor talla total (figura 5b) debido principalmente a su origen urbano y a su ascendencia familiar proveniente del norte del país; mientras que la menor talla total registrada en el estrato bajo se atribuye a su predominante origen rural y a su ascendencia proveniente del centro-este de México. En otras palabras, las diferencias en la talla entre los estratos alto y bajo se atribuyen a una asociación con un mayor componente europeo y con un mayor componente indígena, respectivamente.

Consideramos que los resultados obtenidos por Sandoval (1985) son importantes ya que en el presente estudio de igual forma se pretende evaluar cómo es que distintos factores sociales e incluso genéticos pueden influir en la variación de la adiposidad en una población joven y originaria de la Ciudad de México. Sin embargo, también consideramos que la talla, la adiposidad o la pigmentación de la piel son características corporales complejas, en el sentido de que éstas están determinadas por la interacción de variables ambientales con múltiples genes, los cuales, en el caso de la adiposidad, aun no se han identificado por completo (Cheung y Mao, 2012). Incluso después de haber identificado todos los genes relacionados con la adiposidad, haría falta averiguar si éstos también intervienen en la expresión de otras características (Lewontin, 2000).

Por otra parte, en un estudio relativamente más reciente, González-Villalpando et al. (1997) evalúan la adiposidad corporal total (mediante el cálculo del IMC) y su distribución regional (por medio de la relación cintura cadera o Índice Cintura Cadera), en un total de 697 individuos adultos (403 mujeres y 294 hombres de entre 35 y 65 años) de la colonia Liberales de 1857, en la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México.

Los resultados del estudio anterior muestran que dentro del grupo de hombres y mujeres clasificados como obesos (es decir, con valores de IMC mayores a 27.8 y a 27.3, respectivamente), las mujeres presentan una mayor obesidad promedio en todos los grupos de edad. Por otra parte, los valores de la relación cintura cadera indican que tanto los hombres como las mujeres de todos los grupos de edad tienen una mayor acumulación de grasa en el segmento inferior ($ICC < 1$), excepto por las

mujeres de entre 55 y 65 años, cuya distribución de la grasa es similar en ambos segmentos ($ICC > 1$) (González-Villalpando et al., 1997).

Para los autores (Gonzalez-Villalpando et al., 1997), el grado de obesidad observado no solo en las mujeres sino también en los hombres es grave y llama la atención que todos los individuos que integran la muestra de estudio cuentan con un nivel socioeconómico bajo; aunque los autores no mencionan como es que definen dicho nivel socioeconómico. De igual forma, resalta el hecho de que en los hombres, la grasa corporal se distribuye principalmente en el segmento inferior, ya que este patrón de distribución no es el descrito típicamente (figura 1). Para los autores, es probable que este patrón atípico de distribución de la grasa en hombres se deba a una influencia genética.

En conclusión, podemos decir que el trabajo realizado por Gonzalez-Villalpando et al. (1997) contribuye a los estudios sistemáticos sobre el problema de la obesidad en población mexicana. Esto es relevante ya que para el momento de publicación de dicho trabajo, todavía eran escasas las investigaciones de este tipo. Además, resulta interesante averiguar si en nuestra muestra de estudio, también originaria de la Ciudad de México, la mayor acumulación de grasa de igual forma se observa en personas de nivel socioeconómico bajo.

En otro estudio bastante completo e implementado en el sureste de México, Brewis (2003) examina la prevalencia de obesidad en una muestra de niños (110 niñas y 109 niños de entre 6 y 12 años) de clase media, originarios de la ciudad de Xalapa, Veracruz. De acuerdo a los percentiles del peso para la edad observados y comparados con una muestra estándar de referencia de los Estados Unidos (conocida como CDC 2000), un 24.2% de los niños examinados (29.4% de los niños y 19.1% de las niñas) presentan obesidad. Al comparar con otros estudios similares, Brewis (2003) señala que esta tasa de obesidad infantil es una de las más altas reportadas en México a principios del siglo XXI y destaca el hecho de que dicha tasa alta de obesidad se observe en niños de familias con un ingreso económico alto.

Además de describir la alta prevalencia de obesidad infantil, en el estudio de Brewis (2003) se recolectan diferentes tipos de datos (socioeconómicos, demográficos y de

alimentación en el hogar) y por medio de una prueba de regresión logística se infiere que los padres permisivos dentro del entorno familiar (o micronicho de desarrollo) favorecen la acumulación de grasa al permitir un mayor consumo de alimentos altos en grasa y azúcares por parte de los niños hombres, en especial si éstos son primogénitos o tienen pocos hermanos.

Es aquí donde se encuentra otro aspecto importante del estudio implementado por Brewis (2003), ya que al parecer esta actitud permisiva de los padres hacia los hijos no tiene la intención de dañarlos sino de consentirlos y además, se ajusta bien a la creencia cultural de que los niños “gorditos” son niños sanos. Para la autora, lo anterior implica también el desconocimiento de los padres sobre los daños para la salud que tiene la obesidad y señala la necesidad de implementar más estudios al respecto para apoyar la propuesta de sobrealimentación de los niños en casa.

En otro estudio implementado en los últimos años en el mismo estado de Veracruz, en este caso en la ciudad de Orizaba (Serrano et al., 2015), se evalúa el crecimiento y la nutrición en 327 niños escolares de ambos sexos y de entre 7 y 11 años. A partir de la medición del peso, la estatura y de panículos adiposos, en dicho estudio se aprecia un exceso de adiposidad y una prevalencia de obesidad (evaluada mediante el IMC) relativamente alta (41.6%). Para los autores, los resultados anteriores se atribuyen, entre otras causas, al cambio de una dieta tradicional (que incluye frutas, hortalizas y alimentos ricos en fibra) a una dieta con un mayor consumo de alimentos industrializados (ricos en carbohidratos, azúcares refinados y grasas). No obstante, es importante mencionar que de acuerdo a la bibliografía revisada por Serrano y colaboradores, este cambio (o transición alimentaria como también se le conoce) se ha registrado en la región del Golfo desde hace 30 años, por lo que el problema de la obesidad observado en escolares de Orizaba –y en general, entre la población de clase media que se ubica en los principales centros urbanos de esta región– no es nada nuevo.

Por otra parte, Dickinson et al. (2003) analizan cómo es que ciertas condiciones sociales (educación de la madre y posición laboral del jefe de familia) se relacionan

con varias de las características somáticas o corporales que presenta un grupo de 459 individuos adolescentes (254 mujeres) de Mérida, Yucatán, México.

De los resultados obtenidos (por medio de la implementación de una prueba ANOVA), destaca la relación estadística observada entre la educación de la madre y algunas características corporales de las jóvenes de 16 años: a mayor nivel escolar de la madre menor peso corporal ($p < 0.01$), menor IMC ($p < 0.001$), menores perímetro de brazo ($p < 0.001$), cintura ($p < 0.01$) y cadera ($p < 0.05$) y pliegues suprailíaco y subescapular (ambos con $p < 0.01$), así como menor cantidad de grasa en el tronco, en relación con la localizada en las extremidades ($p < 0.01$). Para Dickinson et al. (2003) el hecho de que las hijas de mujeres con mayor educación tengan, en general, menos grasa que las hijas de mujeres con menor educación se atribuye a un mayor conocimiento de la madre acerca de cómo evitar los efectos negativos del sobrepeso en la salud; por ejemplo, mediante una alimentación sana. No obstante, llama la atención que los autores de dicho estudio no se explican por qué sólo en las jóvenes de 16 años se detecta la influencia de la madre en la variación de los niveles de grasa.

Otros resultados que también hay que destacar del estudio anterior consisten en que a diferencia de las mujeres, los hombres de todos los grupos de edad (14, 15 y 16 años) tienden a tener valores promedio más altos de IMC, independientemente de la educación de la madre y la posición laboral del jefe de familia. Además, en este mismo grupo de hombres de todas las edades, de igual forma se observa una relación positiva entre la edad y la acumulación de grasa en la parte central del cuerpo. Estos resultados señalan un riesgo elevado de desarrollar enfermedades crónicas degenerativas como diabetes e hipertensión, entre otras enfermedades (Dickinson et al., 2003). Como bien señalan los autores, dicho riesgo elevado de desarrollar diferentes enfermedades relacionadas con la obesidad es muy alarmante en el contexto específico de Yucatán, donde la mortalidad por este tipo de enfermedades ha incrementado desde hace varias décadas.

Aunque la muestra poblacional que se examina en el presente estudio está integrada por individuos adultos, se decidió incluir en este apartado la descripción

de estudios realizados tanto en niños (Brewis, 2003 y Serrano et al., 2015) como en adolescentes (Dickinson et al., 2003) ya que generalmente los individuos que son obesos de niños, continúan siendo obesos en la juventud y en la adultez, lo que aumenta la probabilidad de desarrollar no solo una serie de problemas médicos o de salud, sino también psicológicos (ansiedad, depresión y baja autoestima) y de interacción social (derivados del estigma y el rechazo) (Brewis, 2003; García-García et al., 2008; Ulijaszek y Lofink, 2006; van der Klaauw y Farooqi, 2015). Por si esto fuera poco, en México y otros países de economía creciente los niños comienzan a experimentar lo que se conoce como “obesidad en la pobreza”, es decir que sufren de desnutrición y obesidad de forma simultánea. Este fenómeno ocurre cuando en los niños se combina una nutrición insuficiente con un mayor consumo de alimentos hipercalóricos y generalmente baratos (Moreno-Altamirano et al., 2014).

Continuando con la revisión de otros estudios, Smith y Goldman (2007) examinan cómo es que las diferencias en el estatus socioeconómico (evaluado mediante los indicadores educación, ingreso y riqueza) se relacionan con diferentes condiciones de salud (entre ellas la obesidad) en mexicanos de 50 años y más que residen en áreas rurales y urbanas de todo el país.

Los resultados muestran que en el grupo de estudio en general, la prevalencia de obesidad (IMC mayor a 30 kg/m²) fue de 21.1%, aunque al comparar entre áreas con diferente grado de urbanización Smith y Goldman (2007) observan que dicha prevalencia de obesidad es mayor en las áreas urbanas (21.8%) que en las rurales (20.2%). Por otra parte, los resultados de un análisis de regresión múltiple indican que una mayor escolaridad se asocia significativamente con una menor prevalencia de obesidad en zonas urbanas, no obstante, al incluir la variable sexo dentro del modelo de regresión se observa que la menor prevalencia de obesidad es más frecuente entre las mujeres. Por el contrario, en zonas menos urbanas tanto la educación como los ingresos y la riqueza altos se asocian con una mayor prevalencia de obesidad en ambos sexos.

Para los autores, el hecho de que la educación constituya un factor protector de obesidad en áreas urbanas (sobre todo para las mujeres) y un factor de riesgo en

áreas menos urbanas se atribuye a que en las primeras en general, las condiciones de trabajo, vivienda, educación, nutrición y atención médica pueden ser mejores que en las segundas. No obstante, lo que nos parece importante subrayar en este punto es la explicación del porqué, entre los hombres de edad mayor que residen en diferentes áreas urbanas de México, también se observa una mayor prevalencia de obesidad, así como de tabaquismo y alcoholismo: este resultado concuerda con lo reportado en estudios en poblaciones jóvenes en nuestro país y probablemente se debe a que las personas con mayores ingresos compran con mayor frecuencia dietas con más calorías, cigarrillos y alcohol y llevan estilos de vida más sedentarios (Smith y Goldman, 2007).

En cuanto al estudio de la obesidad en poblaciones jóvenes en México, podemos mencionar el trabajo realizado por Aguilar-Ye et al. (2010), quienes examinan la prevalencia de esta alteración y su relación con factores sociodemográficos en cinco generaciones de estudiantes de la Universidad Veracruzana (campus Coatzacoalcos y Minatitlán).

Entre los resultados más importantes de este estudio, podemos mencionar la relativa baja prevalencia de obesidad (establecida a partir de un IMC mayor a 30 kg/m²) registrada en el total de la muestra examinada: 8.3%. Por otra parte, al analizar dicha prevalencia de obesidad por sexo del individuo y por área geográfica de procedencia se observa que ésta es mayor en los hombres (9.5%) y en las áreas urbanas (8.5%) (Aguilar-Ye et al., 2010).

Es importante destacar que al revisar la proporción de obesidad de otros países más desarrollados económicamente, los autores encuentran que la prevalencia de obesidad en universitarios veracruzanos es menor y lo que es más importante: no registra un incremento anual significativo, es decir, se encuentra en una etapa estacionaria. Para dichos autores, los resultados anteriores se deben a que en el estado de Veracruz una alta proporción de las localidades (40.9%) son rurales y en éstas, la mayoría de los niños y adolescentes (quienes a medida que crecen se incorporan a instituciones como la Universidad Veracruzana) consumen una dieta rica en productos vegetales y baja en grasas animales y azúcares refinados.

Además, los niños y adolescentes también son menos sedentarios. De igual forma, llama la atención la interpretación que se da con respecto a la mayor prevalencia de obesidad en hombres: las mujeres universitarias, al tener un mejor nivel educativo (en comparación con la población general), cuidan más su peso, lo que concuerda con la hipótesis que plantea que la obesidad es menor conforme el nivel sociocultural es más alto (Aguilar-Ye et al., 2010).

Se puede decir que el estudio de Aguilar-Ye et al. (2010) es relevante debido a que muestra cómo es que a principios del siglo XXI en nuestro país, se comienza a percibir el aumento de la obesidad en la población joven y también, en consecuencia, la necesidad de implementar más estudios al respecto. En este sentido, resulta interesante comparar los resultados obtenidos por Aguilar-Ye y colaboradores –así como los observados en otros estudios similares– con nuestros propios resultados, ya que la muestra de individuos que analizamos en la presente investigación de igual forma está integrada, en su mayoría, por estudiantes universitarios.

Entre los resultados de otros estudios enfocados en analizar la problemática de la obesidad en población joven (universitaria) de nuestro país, podemos mencionar los encontrados por Ponce et al. (2011) en estudiantes de la Universidad Autónoma de Baja California. En dicho estudio se observa que la prevalencia de obesidad observada tanto en hombres (36.1%) como en mujeres (19.6%) se asocia significativamente con factores de riesgo y hábitos de alimentación que incluyen el consumo de alcohol y la costumbre de consumir (a un precio accesible y en raciones cada vez más grandes) comida rápida como hamburguesas, hot dogs y pizzas. Por otra parte, a diferencia de otros estudios citados anteriormente (Ponce et al., 2011; Aguilar-Ye et al., 2010), Ríos (2015) encuentra una mayor frecuencia de obesidad entre mujeres de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM. A partir del análisis de datos recolectados mediante un formulario, esta autora concluye que uno de los aspectos que aumenta la probabilidad de desarrollo de obesidad, tanto en hombres como en mujeres, es el hecho de no llevar una alimentación balanceada, ya sea por la falta de tiempo, de dinero o de costumbres, entre otros factores. Finalmente, Maldonado-Gómez et al. (2017) establecen que en un grupo

de 252 estudiantes de la Universidad Autónoma de Guerrero, el 12.2% de éstos presenta obesidad ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$). Estos autores de igual forma estiman que entre las mujeres la prevalencia de obesidad central (evaluada por medio de la medición del perímetro de la cintura, aunque no se especifican los puntos de corte utilizados) es mayor (16%) que entre los hombres (1%) y que dicha prevalencia de obesidad central también es más frecuente entre individuos que realizan poca actividad física y que no tienen un horario establecido para comer.

Por otra parte, considerando la hipótesis de que un estatus socioeconómico alto generalmente se asocia con una mejor salud y una menor obesidad, Buttenheim et al. (2010) examinan datos de la Encuesta Nacional de Salud del año 2000 para establecer en qué medida se cumple dicha hipótesis en una muestra amplia (39,129 adultos) y representativa de la población mexicana.

Para analizar la posibilidad de que cualquiera de dos indicadores del estatus social (nivel educativo y riqueza en el hogar) se relacione no solo con la obesidad sino también con el consumo de tabaco, los autores implementan un modelo de regresión logística el cual permite identificar diferentes tipos de asociaciones. Por una parte, un estatus social alto (definido por la educación y la cantidad de bienes muebles en el hogar) se asocia con menor obesidad en mujeres urbanas, mientras que en las mujeres de las áreas rurales solo la educación se asocia con menor obesidad. Para los hombres urbanos, por el contrario, el contar con mayores bienes muebles confiere un riesgo más alto de obesidad, aunque la educación protege del tabaquismo. Finalmente, los hombres de las áreas rurales con mayores bienes muebles tienen más probabilidades de fumar y ser obesos.

En otras palabras, los resultados anteriores señalan que en México, al momento de la publicación del estudio de Buttenheim y colaboradores (2010), la hipótesis que relaciona el estatus socioeconómico alto con una menor obesidad no se cumple por completo. Lo anterior se atribuye principalmente a que entre las personas de bajos ingresos se reduce el riesgo de obesidad debido a los trabajos físicamente activos que generalmente realizan estas personas y a la imposibilidad de pagar, en ese entonces, alimentos con un alto contenido calórico. No obstante, en el estudio citado

también se señala el creciente incremento en el consumo de alimentos densamente calóricos y con pocos nutrientes entre las personas de bajos ingresos.

Finalmente, la ENSANUT realizada en 2012 señala que en la población mayor de 20 años la prevalencia de obesidad ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$) es más alta en las mujeres (37.5%) que en los hombres (26.8%). Tomando en cuenta los datos anteriores y los obtenidos en la ENSANUT del 2018, podemos apreciar que la prevalencia de obesidad en adultos mayores de 20 años sigue aumentando tanto en mujeres (40.2%) como en hombres (30.5%) y que además, dicha prevalencia de obesidad afecta más a las mujeres, un patrón que se viene observando desde hace varias décadas en estudios similares (Barquera et al., 2009).

Considerando la breve revisión de estudios realizada anteriormente, podemos decir que la relación entre condiciones sociales (evaluadas a partir de uno o varios indicadores del estatus socioeconómico: educación, ingreso, cantidad de bienes materiales y ocupación, entre otros) y obesidad no es sencilla de definir en el caso de población mexicana, ya que dicha relación también es variable en función de otros factores.

En primer lugar, la edad tiene una asociación directa con la acumulación de grasa corporal evaluada por medio del IMC (Perez et al., 2014). Por otra parte, se puede decir que las tasas de obesidad han incrementado en las últimas décadas principalmente en las áreas urbanas (Smith y Gooldman, 2007; Aguilar-Ye et al., 2010; ENSANUT 2012), aunque es importante mencionar que en dichas áreas urbanas la asociación entre estatus socioeconómico y obesidad también puede variar con respecto al sexo. Es decir, un estatus social alto (definido por la educación y la cantidad de bienes en el hogar, por ejemplo) se asocia con una menor prevalencia de obesidad principalmente entre mujeres de áreas urbanas (Dickinson et al., 2003; Smith y Gooldman, 2007; Buttenheim et al., 2010; Perez et al., 2014), lo cual es similar a lo observado en países desarrollados y al parecer se debe a un mayor conocimiento de los efectos negativos que tiene la obesidad en la salud. Por el contrario, en el caso de los hombres los resultados de varios estudios señalan que un mayor estatus socioeconómico confiere un mayor riesgo de obesidad

(Buttenheim et al., 2010; Dinsa et al., 2012), así como de alcoholismo y tabaquismo (Smith y Goldman, 2007), incluso en población (universitaria) joven (Ponce et al., 2011). Por último, con respecto a la región geográfica, los resultados de estudios (Barquera et al., 2009; Barquera y Tolentino, 2005) y encuestas con representatividad nacional (ENSANUT 2012) indican que la prevalencia de obesidad es mayor en la región económicamente más desarrollada del norte del país.

3. Materiales y métodos utilizados en la investigación

3.1. Proyecto Candela y Proyecto Candela-México

Como ya mencionamos en otros apartados, los datos analizados en el presente trabajo se recolectaron en un estudio previo conocido como proyecto Candela. El objetivo principal del proyecto Candela consiste en examinar la variación de ciertas características físicas y genéticas en muestras de individuos pertenecientes a diferentes poblaciones en América Latina, así como también, obtener información acerca de cómo estos individuos perciben su propia apariencia física dentro del contexto sociocultural de cada grupo de población examinado.

El Proyecto Candela se llevó a cabo por un equipo de investigadores de diferentes disciplinas quienes de forma simultánea recolectaron datos, como los que acabamos de mencionar, en localidades urbanas de cinco países en América Latina: Ciudad de México (México), Medellín (Colombia), Porto Alegre (Brasil), Lima (Perú) y Santiago (Chile). A esto se debe que al estudio implementado en nuestro país se le conozca también como Proyecto Candela-México. En todos los países, excepto en Chile, los voluntarios fueron estudiantes y personal que labora en universidades vinculadas con el proyecto (Ruiz-Linares et al., 2014). En cuanto a México, los voluntarios fueron en su mayoría estudiantes de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH) y de las facultades de medicina y de química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En los países que abarco el estudio, los voluntarios fueron principalmente adultos de ambos sexos, quienes firmaron un consentimiento informado al momento de participar en el estudio.

La coordinación general del proyecto Candela está a cargo del Dr. Andrés Ruiz Linares de la *University College London* (UCL). En el caso de México, el investigador principal es el Dr. Samuel Canizales Quinteros del Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) y como coordinadores del proyecto se encuentran los antropólogos físicos de la ENAH, Víctor Acuña Alonzo y Jorge Alfredo Gómez Valdés. La fase de recolección de datos del proyecto Candela-México se llevó a cabo en el periodo que va de septiembre de 2010 a julio de 2012. Durante este periodo se reclutaron un total de 1682 voluntarios quienes en su mayoría provenían

de la Ciudad de México. El rango de edad de estos voluntarios fue de entre 17 y 60 años. Los datos recolectados dentro del proyecto Candela-México que se consideran relevantes para el presente estudio se describen a continuación:

Datos metabólicos y genéticos. Un analista clínico certificado extrajo una muestra de sangre (de aproximadamente 10 ml) la cual se distribuyó en dos tubos de ensayo de 6.0 ml de la marca Vacutainer® con anticoagulante EDTA (tapón lila). A partir de esta muestra de sangre, por un lado, se realizó un análisis bioquímico para determinar la concentración en suero sanguíneo de los siguientes elementos: glucosa, ácido úrico, creatinina sérica, colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta y de baja densidad, aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa y gammaglutamiltransferasa. Este procedimiento se realizó en los laboratorios de la Unidad de Biología Molecular y Medicina Genómica del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). Por otra parte, en estos mismos laboratorios, se implementó un procedimiento estándar de extracción de ADN a partir de las muestras de sangre obtenidas. Una vez extraído el material genético de cada participante, se enviaron partes proporcionales (alícuotas) de éste al Departamento de Genética, Evolución y Medioambiente de la UCL para análisis posteriores (Everardo, 2016). Dichos análisis incluyeron la caracterización (por medio del microarreglo *Illumina HumanOmniExpress chip*) de un total de 730,525 variantes genéticas conocidas como *SNPs* o polimorfismos de un solo nucleótido (*Single Nucleotide Polymorphisms*) y el cálculo del porcentaje de herencia genética de origen indígena, africana y europea con que cuenta cada participante; lo que se conoce también como estimaciones de mestizaje o de ancestría genética.

Características físicas o corporales. En una cédula de datos fenotípicos y siguiendo un protocolo estandarizado (Ruderman et al., 2019) se registraron diferentes características antropométricas por cada voluntario, aunque para fines de esta investigación solo se mencionan los siguientes datos: peso, estatura, perímetro de la cadera y perímetro de la cintura.

Datos sociodemográficos y socioculturales. Por medio de la aplicación de un cuestionario estructurado (Ruiz-Linares et al., 2014) se obtuvo la siguiente

información: a) datos personales como la edad, el sexo, el nivel de educación, el ingreso económico, la ocupación y el lugar de nacimiento y de residencia de los participantes (así como también se registró el lugar de nacimiento y la lengua, diferente al español, de los padres y de los abuelos maternos y paternos de dichos participantes); b) impresiones de los participantes acerca de cómo perciben su propia composición genética (esto en términos de porcentajes de herencia indígena, africana y europea) y acerca de los estudios genéticos en los que se estima el grado de mestizaje.

3.2. Datos examinados en el presente estudio

3.2.1. Mediciones antropométricas

Con el propósito de evaluar los niveles de almacenamiento y distribución de la grasa corporal (variables dependientes) en un grupo de individuos pertenecientes a la población mexicana, en este estudio se utilizaron las siguientes mediciones antropométricas previamente recolectadas en el proyecto Candela-México: peso, estatura, perímetro de la cintura y perímetro de la cadera. A partir de estas mediciones y utilizando el programa estadístico *SPSS V19.0* se calcularon los siguientes índices antropométricos: Índice de Masa Corporal (IMC), Índice Cintura Cadera (ICC) e Índice Cintura Estatura (ICE). No obstante, es importante mencionar que a los sujetos participantes en el proyecto Candela-México no se les solicitó utilizar pantalones cortos o trajes de baño, por lo que el registro de las mediciones antropométricas se realizó por encima de la ropa que utilizaban. Esto puede afectar la precisión de los datos registrados.

3.2.2. Información socioeconómica

Se analizó información correspondiente a tres indicadores de la posición o el estatus socioeconómico de los participantes (variables independientes): el máximo nivel de estudio alcanzado, un índice de riqueza (*wealth index*) y la ocupación.

El máximo nivel de estudio alcanzado se categorizó de la siguiente manera:

- Bajo: ninguna educación, educación básica (primaria) o entrenamiento técnico
- Medio: educación media (secundaria y preparatoria o nivel medio superior)
- Alto: título universitario o de posgrado.

Por otra parte, el índice de riqueza se obtuvo a partir de la siguiente lista de elementos utilizados para evaluar los niveles de vida (Ruiz-Linares et al., 2014):

- Casa propia
- Número de baños en el lugar de residencia
- Número de artículos domésticos: automóviles, bicicletas, refrigeradores (también llamados neveras o congeladores), lavavajillas, televisores, radios, reproductores de CD o DVD, aspiradoras y lavadoras
- Servicio de trabajadores en el hogar.

Debido a que los valores del índice de riqueza fueron ordenados y divididos en diez partes iguales (deciles) para hacer análisis comparativos entre países (Ruiz-Linares et al., 2014), dicha variable se clasifica en una escala que va del 0 al 10.

Por último, la variable ocupación incluye las siguientes categorías:

- Estudiante universitario
- Aprendiz en entrenamiento
- Asistente de oficina
- Empleado con calificación especial
- Negocio u oficio propio
- Profesional independiente
- Profesor
- Empleado de gobierno
- Ejecutivo
- Campesino u obrero
- Agricultor independiente

- Policía o militar
- Oficio doméstico

3.2.3. Estimaciones de mestizaje

En el presente estudio se utilizaron las estimaciones de mestizaje previamente calculadas en el proyecto Candela. Estas estimaciones de mestizaje se calcularon considerando que históricamente, individuos de diferente procedencia geográfica han dado origen a las poblaciones humanas que hoy en día habitan distintos países en América Latina (Salzano y Sans, 2014), incluyendo México. Es decir que para el cálculo de estas estimaciones de mestizaje primero se caracterizó genéticamente a la muestra poblacional de Candela: se identificaron alrededor de 730,000 variantes genéticas conocidas como SNPs en cada uno de los individuos integrantes de dicha muestra poblacional. Una vez caracterizada esta muestra poblacional, se consultaron diferentes bases de datos con el propósito de identificar muestras de individuos que contaran con la misma información genotípica antes mencionada y que de acuerdo a varias fuentes de información, descendieran de los grupos humanos que inicialmente se vieron involucrados en el proceso histórico de mestizaje. Finalmente, se utilizó el programa ADMIXTURE para implementar un método supervisado de análisis el cual permitió inferir tres componentes genéticos de ancestría o parentales: el europeo, el africano y el indígena o nativo americano (Ruiz-Linares et al., 2014; Chacón-Duque et al., 2018).

Es así como por cada individuo participante en el proyecto Candela, incluyendo a los procedentes de la Ciudad de México (proyecto Candela-México), se obtuvieron estimaciones de la proporción de herencia genómica de origen indígena, europea y africana, es decir, se obtuvieron estimaciones individuales de ancestría a partir de la implementación de un modelo de mestizaje trihíbrido (Jobling et al., 2013). A partir de estas estimaciones individuales de ancestría, Ruiz-Linares et al. (2014) calculan que, a nivel poblacional, la proporción de los componentes genéticos del mestizaje, en la muestra originaria de la Ciudad de México, se distribuye de la siguiente

manera: 56% de ascendencia indígena, 37% de ascendencia europea y 5% de ascendencia africana en promedio.

3.3. Características sociodemográficas del grupo poblacional analizado

Como ya mencionamos anteriormente, en el proyecto Candela-México participaron 1682 voluntarios, de los cuales, en este estudio se analizan los datos correspondientes a un total de 1199 de ellos. Es decir, se decidió excluir del análisis a 483 voluntarios debido a que éstos: no cuentan con un registro completo de los datos recolectados, son individuos extranjeros o no se encuentran dentro del rango de edad que va de los 17 a los 40 años. Estos criterios de exclusión se aplicaron debido a que uno de los principales objetivos de este estudio es explorar cómo es que varían los niveles de adiposidad en individuos pertenecientes a la población mexicana y esto es factible de analizar sobre todo en individuos de entre 18 y 40 años. Lo anterior se debe a que dentro de este rango de edad las características morfológicas del cuerpo están presentes de forma estable y aun no comienzan los cambios (por ejemplo, en los tejidos muscular, esquelético y adiposo) característicos del proceso normal de envejecimiento (Ramos et al., 2011; Speakman, 2013). La tabla 3 señala algunas de las principales características sociodemográficas del grupo poblacional examinado en este estudio.

Tabla 3. Características sociodemográficas del grupo poblacional bajo estudio

		Frecuencia	Porcentaje
Sexo del individuo	Femenino	729	60.8
	Masculino	470	39.2
	Total	1199	100
Grupo de edad	Menor a 20 años	266	22.2
	20 a 24 años	435	36.3
	25 a 29 años	279	23.3
	Mayor a 30 años	219	18.3
	Total	1199	100

Tabla 3 (continuación)

		Frecuencia	Porcentaje
Índice de riqueza	Nivel 0	12	1
	Nivel 1	125	10.4
	Nivel 2	120	10
	Nivel 3	122	10.2
	Nivel 4	112	9.3
	Nivel 5	117	9.8
	Nivel 6	121	10.1
	Nivel 7	108	9
	Nivel 8	130	10.8
	Nivel 9	111	9.3
	Nivel 10	121	10.1
	Total	1199	100
Grado de estudios	Bajo	335	27.9
	Medio	450	37.5
	Alto	414	34.5
	Total	1199	100
Ocupación	Estudiante univ.	794	66.2
	Aprendiz en entren.	14	1.2
	No especificado	78	6.5
	Asistente de oficina	33	2.8
	Empleado cal. esp.	43	3.6
	Negocio propio	32	2.7
	Oficio propio	14	1.2
	Profesional independiente	77	6.4
	Profesor	34	2.8
	Empleado gob.	49	4.1
	Ejecutivo	23	1.9
	Campesino / obrero	5	0.4
	Agricultor indep.	1	0.1
	Policía / militar	1	0.1
	Oficio domestico	1	0.1
Total	1199	100	

Estudiante univ: Estudiante universitario, **Empleado gob.:** Empleado de gobierno, **Agricultor indep.:** Agricultor independiente, **Aprendiz entren.:** Aprendiz en entrenamiento, **Empleado cal. esp.:** Empleado con calificación especial.

Los datos de la tabla anterior indican que un 60.8% de los individuos son del sexo femenino, mientras que un 39.2% son del sexo masculino. De igual forma se observa que el grupo de individuos con un rango de edad de entre 20 y 24 años cuenta con la proporción más alta dentro de la muestra de estudio (36.3%), lo que concuerda con la información que se conoce de los participantes del proyecto Candela-México: éstos son principalmente estudiantes de licenciatura de la ENAH y de la UNAM. En cuanto al índice de riqueza, se observa que el porcentaje de individuos dentro de cada nivel o categoría de este indicador es similar (con valores de entre 9.0 y 10.8%), excepto por el nivel 0, cuya proporción es del 1%. En lo que se refiere al grado de estudio, se observa que las proporciones del grado de estudio alto y del grado de estudio medio son similares (con 34.5% y 37.5%, respectivamente), mientras que la proporción del grado de estudio bajo es relativamente menor a las anteriores (27.9%). Por último, la variable ocupación confirma que la mayor parte de los sujetos examinados (66.2%) son estudiantes universitarios.

Por otra parte, alrededor del 70% de los individuos examinados nacieron en la Ciudad de México, mientras que aproximadamente un 10% de estos individuos nació en diferentes localidades del Estado de México. La proporción de individuos procedentes de otros estados de la república mexicana es menor al 5% en cada caso (aunque en conjunto, los individuos de dichos estados alcanzan una proporción del 20% aproximadamente), excepto por Quintana Roo, estado del que no proviene ninguno de los individuos.

De acuerdo a la información descrita anteriormente se puede inferir la existencia de dos grupos de individuos con características particulares dentro de nuestra muestra de estudio. La mayor proporción de individuos está representada por estudiantes de educación superior, es decir, por adultos jóvenes con edades de entre 18 y 25 años, de ambos sexos y provenientes de la Ciudad de México, principalmente. Por otra parte, la muestra también está integrada, aunque en menor proporción, por estudiantes de posgrado y por personal que laboró en la ENAH durante el periodo de recolección de datos del proyecto Candela-México: profesores investigadores y trabajadores del área administrativa.

3.4. Análisis estadísticos

3.4.1. Estadísticos descriptivos de datos antropométricos

Con el objetivo de analizar en qué medida diferentes tipos de variables (biológicas, sociodemográficas, socioeconómicas) se relacionan con los niveles de adiposidad en un grupo de individuos perteneciente a la población mexicana, se calcularon estadísticos descriptivos (valor mínimo, valor máximo, valor promedio y desviación estándar) de los siguientes índices antropométricos: Índice de Masa Corporal, Índice Cintura Cadera e Índice Cintura Estatura. El cálculo de estos estadísticos descriptivos se realizó mediante el programa *SPSS V19.0.* y para ello se consideró el sexo, la edad, el grado de estudios, el nivel socioeconómico y la proporción de herencia indígena de los individuos dentro de la muestra analizada.

3.4.2. Correlación lineal simple

El análisis de correlación lineal simple se refiere a la medición de la intensidad de la relación entre variables (Daniel, 1991). Es decir, en este tipo de análisis estadístico se busca evaluar si el valor de una variable (Y) depende y puede explicarse a partir de otra variable (X) a la que se considera independiente (Castrejón y Troncoso, 2009). En nuestro caso, las variables dependientes son los valores de los índices antropométricos IMC, ICC e ICE, mientras que las variables independientes están representadas por los datos acerca del sexo, la edad, la proporción de herencia indígena y distintos indicadores de la posición socioeconómica: el ingreso económico, el máximo nivel de estudio y la ocupación (Ruiz-Linares et al., 2014).

3.4.3. Prevalencia de obesidad por sexo y grupo de edad

Utilizando el programa estadístico *SPSS V.19.0.*, se calculó la prevalencia de obesidad de acuerdo al sexo y al grupo de edad de los individuos examinados. Para ello, se consideraron valores o puntos de corte a partir de los cuales se clasificó a los individuos como obesos. Estos valores se definen previamente en la literatura para el caso de las variables antropométricas IMC, ICC e ICE:

- Como ya mencionamos en el capítulo introductorio, el IMC se obtiene al dividir el peso (en kilogramos) de un individuo entre su estatura (en metros) elevada al cuadrado. En el presente estudio se consideró un valor de IMC igual o superior a 30 kg/m² para clasificar a los individuos adultos como obesos (OMS, 1998).
- En el caso del ICC, éste se obtuvo al dividir el perímetro de la cintura entre el perímetro de la cadera (ambas mediciones centímetros) y para definir la obesidad por medio de este indicador se utilizaron los valores previamente establecidos por la OMS (2011): valores mayores a 0.9 y 0.85, respectivamente para hombres y mujeres.
- Finalmente, los valores del ICE se obtuvieron a partir de dividir el perímetro de la cintura entre la estatura. En este caso se consideraron valores de ICE mayores a 0.5 para definir obesidad abdominal en individuos adultos de ambos sexos, de acuerdo a lo propuesto por Browning et al. (2010).

3.4.3. Regresión lineal múltiple

Con el fin de analizar la influencia simultánea que ejercen diferentes tipos de variables sobre la característica corporal que nos interesa estudiar, se implementó un análisis de regresión lineal múltiple utilizando el programa estadístico *SPSS V.19.0*. En este tipo de análisis se establece una relación funcional entre una variable dependiente o a explicar (en este caso la adiposidad) y una serie de variables independientes o explicativas (esto es, la proporción de los componentes genéticos del mestizaje y los datos correspondientes al ingreso económico y el grado de estudio de los individuos examinados, entre otras variables) (González y Medina, 2015). De esta manera, se estimaron coeficientes de regresión que señalan el efecto que tienen las variables independientes sobre el comportamiento de la variable dependiente.

3.4.4. Medidas de posición

Las medidas de posición son una serie de valores que permiten dividir un conjunto de datos en partes porcentuales iguales (Montanero y Minuesa, 2018). Esta división resulta útil para localizar un dato específico con respecto al resto de la muestra (Castrejón y Troncoso, 2009). Las medidas de posición más usuales son los cuartiles, los deciles y los percentiles o centiles, los cuales dividen a un conjunto ordenado (de menor a mayor) de datos o valores en cuatro, diez y cien partes porcentuales iguales, respectivamente.

En nuestro caso, por medio del programa estadístico *SPSS V.19.0.*, se dividieron los datos ordenados de la variable ICC en diez partes porcentuales iguales (o deciles: $D_1=10\%$, $D_2=20\%$, ... $D_9=90\%$) con el propósito de identificar al 10% de los individuos hombres y mujeres que cuentan con los valores más bajos (ICC menor a 0.82 y 0.76, respectivamente para hombres y mujeres) y más altos (ICC mayor a 0.98 y 0.94, respectivamente para hombres y mujeres) de este indicador. En otras palabras, por medio de este procedimiento estadístico se identificó a los individuos con los valores extremos de ICC, es decir, a los individuos más delgados y a los de mayor adiposidad abdominal.

4. Resultados

4.1. Estadísticos descriptivos de datos antropométricos

Con el objetivo de evaluar cómo es que varían los niveles de adiposidad en un grupo de adultos jóvenes pertenecientes a población mexicana, se calcularon estadísticos descriptivos de los indicadores IMC, ICC e ICE. El cálculo de estos estadísticos descriptivos se realizó mediante el programa *SPSS V19.0.* y de acuerdo a las variables: sexo, edad, herencia indígena, nivel socioeconómico y grado de estudio.

Como parte de este análisis estadístico descriptivo, en algunos casos, las variables cuantitativas analizadas (IMC, ICC e ICE) se representaron gráficamente por medio de la elaboración de histogramas de frecuencias, graficas de caja y diagramas de dispersión. Para ello, se utilizó el mismo programa estadístico *SPSS V19.0.*

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de datos antropométricos

		Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.
Sexo	Femenino	IMC	729	15.25	37.99	23.78	3.84
		ICC	729	0.6	1.03	0.85	0.07
		ICE	729	0.36	0.75	0.51	0.07
	Masculino	IMC	470	17.38	38.11	25.08	4
		ICC	470	0.73	1.08	0.89	0.06
		ICE	470	0.37	0.72	0.5	0.06
Grupo de edad	Menor a 20 años	IMC	266	15.25	37.75	23.48	3.89
		ICC	266	0.6	1.02	0.85	0.07
		ICE	266	0.39	0.73	0.5	0.06
	20 a 24 años	IMC	435	15.68	37.27	23.72	3.63
		ICC	435	0.71	1.08	0.86	0.06
		ICE	435	0.36	0.72	0.5	0.06
	25 a 29 años	IMC	279	18.16	37.58	24.66	3.83
		ICC	279	0.69	1.08	0.87	0.07
		ICE	279	0.41	0.75	0.51	0.06
	Mayor a 30 años	IMC	219	16.92	38.11	25.91	4.29
		ICC	219	0.71	1.03	0.89	0.07
		ICE	219	0.4	0.74	0.53	0.07

Tabla 4 (continuación)

		Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.
Herencia indígena	Menor a 20 %	IMC	37	17.27	36.83	23.6	4.83
		ICC	37	0.71	0.96	0.82	0.06
		ICE	37	0.38	0.64	0.47	0.07
	20 a 39 %	IMC	166	17.25	37.99	23.91	3.71
		ICC	166	0.6	1.02	0.85	0.07
		ICE	166	0.37	0.74	0.49	0.06
	40 a 59 %	IMC	416	15.25	37.27	24.17	3.89
		ICC	416	0.69	1.08	0.86	0.07
		ICE	416	0.36	0.72	0.5	0.06
	60 a 79 %	IMC	448	16.92	37.75	24.42	3.89
		ICC	448	0.64	1.06	0.88	0.07
		ICE	448	0.39	0.73	0.52	0.06
Mayor a 80 %	IMC	132	17.51	38.11	24.86	4.35	
	ICC	132	0.72	1.04	0.88	0.07	
	ICE	132	0.4	0.75	0.52	0.06	
		Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.
Índice de riqueza	Nivel 0	IMC	12	18.81	35.52	26.03	5.06
		ICC	12	0.79	0.94	0.87	0.05
		ICE	12	0.42	0.64	0.54	0.07
	Nivel 1	IMC	125	17.51	35.84	23.99	4.06
		ICC	125	0.73	1.01	0.87	0.06
		ICE	125	0.37	0.66	0.51	0.06
	Nivel 2	IMC	120	16.92	37.58	24.45	4.13
		ICC	120	0.75	1.04	0.88	0.06
		ICE	120	0.4	0.75	0.51	0.07
	Nivel 3	IMC	122	16.67	37.99	24.65	4.05
		ICC	122	0.71	1.02	0.87	0.07
		ICE	122	0.37	0.74	0.52	0.07
	Nivel 4	IMC	112	17.65	33.75	24.09	3.49
		ICC	112	0.69	1.08	0.87	0.07
		ICE	112	0.39	0.69	0.51	0.05
	Nivel 5	IMC	117	15.68	35.46	23.9	3.79
		ICC	117	0.64	1.03	0.86	0.07
		ICE	117	0.36	0.69	0.5	0.06
	Nivel 6	IMC	121	18.16	37.18	24.94	3.78
		ICC	121	0.7	1.06	0.88	0.06
		ICE	121	0.4	0.67	0.52	0.06

Tabla 4 (continuación)

		Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.	
Índice de riqueza	Nivel 7	IMC	108	17.84	36.26	24.41	3.93	
		ICC	108	0.74	1.02	0.87	0.06	
		ICE	108	0.41	0.72	0.51	0.06	
	Nivel 8	IMC	130	17.43	37.27	24.28	4.08	
		ICC	130	0.69	1.08	0.85	0.07	
		ICE	130	0.4	0.72	0.5	0.07	
	Nivel 9	IMC	111	15.25	38.11	24.41	4.34	
		ICC	111	0.71	1.03	0.86	0.07	
		ICE	111	0.38	0.73	0.51	0.07	
	Nivel 10	IMC	121	16.39	35.85	23.57	3.65	
		ICC	121	0.6	1.03	0.84	0.07	
		ICE	121	0.38	0.68	0.49	0.06	
		Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.	
Grado de estudio	Bajo	IMC	335	17.63	37.99	24.48	3.82	
		ICC	335	0.71	1.06	0.87	0.06	
		ICE	335	0.38	0.74	0.51	0.06	
	Medio	IMC	450	15.25	37.75	23.68	4.08	
		ICC	450	0.6	1.08	0.85	0.07	
		ICE	450	0.36	0.73	0.5	0.07	
	Alto	IMC	414	17.84	38.11	24.79	3.85	
		ICC	414	0.69	1.08	0.87	0.07	
		ICE	414	0.4	0.75	0.52	0.06	
			Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.
	Ocupación	Estudiante univ.	IMC	794	15.25	37.75	24.01	3.8
			ICC	794	0.6	1.08	0.86	0.07
ICE			794	0.37	0.75	0.5	0.06	
Empleado gob.		IMC	49	18.06	38.11	25.82	5.15	
		ICC	49	0.73	1.03	0.87	0.08	
		ICE	49	0.41	0.74	0.53	0.07	
Ejecutivo		IMC	23	18.85	33.36	25.65	4.34	
		ICC	23	0.75	1.02	0.87	0.07	
		ICE	23	0.4	0.66	0.53	0.07	
Campesino/obrero		IMC	5	17.85	27.96	22.91	3.58	
		ICC	5	0.83	0.9	0.86	0.03	
		ICE	5	0.39	0.53	0.47	0.05	

Tabla 4 (continuación)

		Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	D. E.
Ocupación	Agricultor indep.	IMC	1	26.74	26.74	26.74	0
		ICC	1	0.91	0.91	0.91	0
		ICE	1	0.51	0.51	0.51	0
Policía / militar	IMC	1	35.85	35.85	35.85	0	
	ICC	1	1	1	1	0	
	ICE	1	0.65	0.65	0.65	0	
Oficio doméstico	IMC	1	23.67	23.67	23.67	0	
	ICC	1	0.86	0.86	0.86	0	
	ICE	1	0.49	0.49	0.49	0	
Aprendiz entren.	IMC	14	19.55	33.74	24.49	4.93	
	ICC	14	0.8	0.97	0.88	0.06	
	ICE	14	0.42	0.62	0.51	0.06	
No especificado	IMC	78	17.38	35.52	24.41	4.36	
	ICC	78	0.75	1.03	0.87	0.07	
	ICE	78	0.37	0.69	0.51	0.07	
Asistente de oficina	IMC	33	15.68	32.05	23.8	3.62	
	ICC	33	0.71	0.98	0.85	0.07	
	ICE	33	0.36	0.61	0.5	0.06	
Empleado cal. esp.	IMC	43	17.84	32.41	24.81	4.03	
	ICC	43	0.77	1.08	0.89	0.06	
	ICE	43	0.41	0.65	0.52	0.06	
Negocio propio	IMC	32	17.88	35.09	25.23	4.32	
	ICC	32	0.75	1	0.89	0.07	
	ICE	32	0.4	0.65	0.53	0.07	
Oficio propio	IMC	14	20.43	35.95	25.83	3.92	
	ICC	14	0.79	1.02	0.9	0.06	
	ICE	14	0.44	0.62	0.52	0.05	
Profesional independiente	IMC	77	16.92	33.84	24.46	3.59	
	ICC	77	0.74	1.03	0.88	0.07	
	ICE	77	0.4	0.66	0.51	0.06	
Profesor	IMC	34	18.16	34.16	25	3.61	
	ICC	34	0.71	1.01	0.89	0.07	
	ICE	34	0.4	0.7	0.53	0.07	

Estudiante univ: Estudiante universitario, **Empleado gob.:** Empleado de gobierno, **Agricultor indep.:** Agricultor independiente, **Aprendiz entren.:** Aprendiz en entrenamiento, **Empleado cal. esp.:** Empleado con calificación especial.

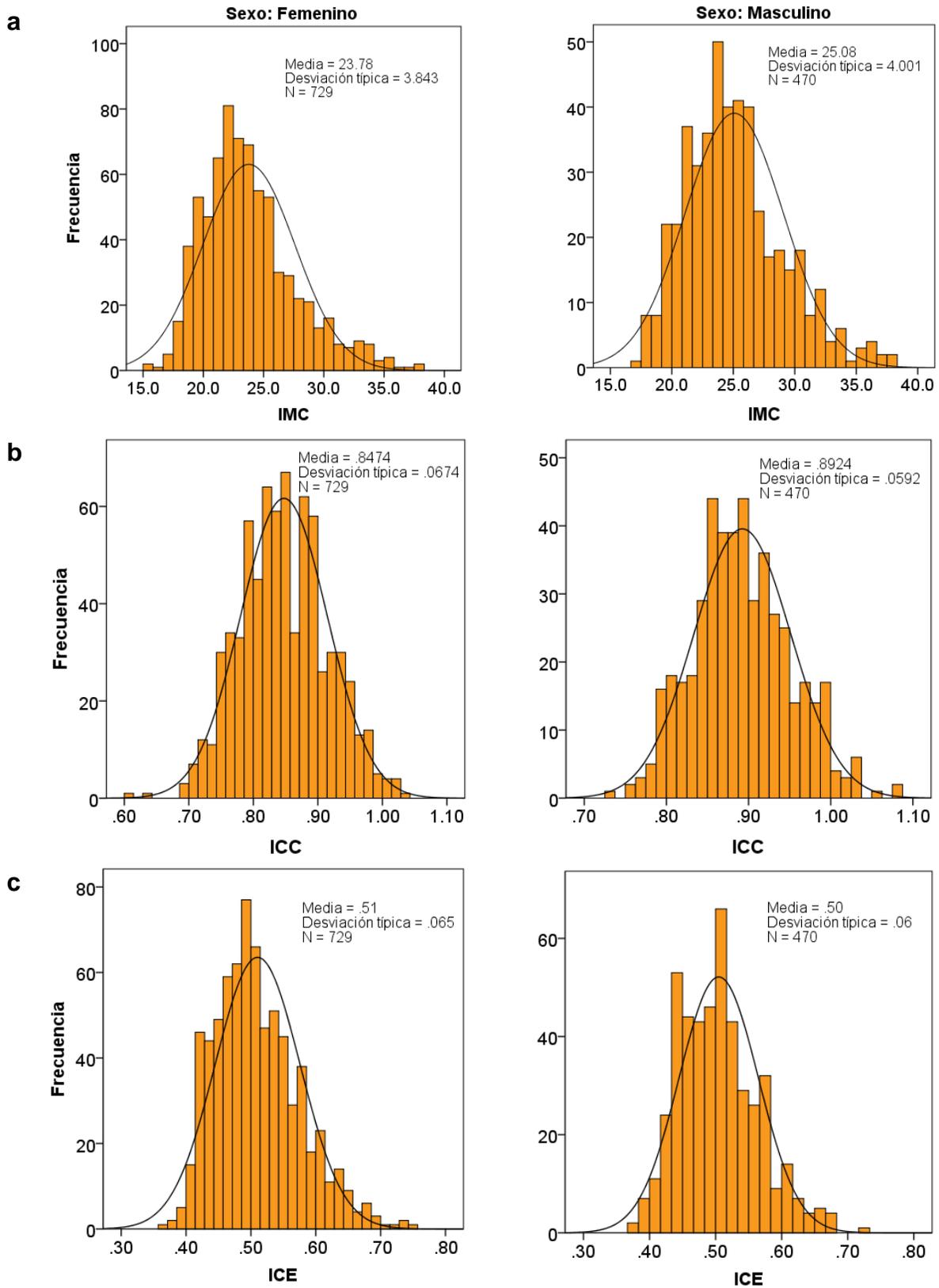


Figura 6. Histogramas de las variables antropométricas IMC (a), ICC (b) e ICE (c), calculados por sexo del individuo.

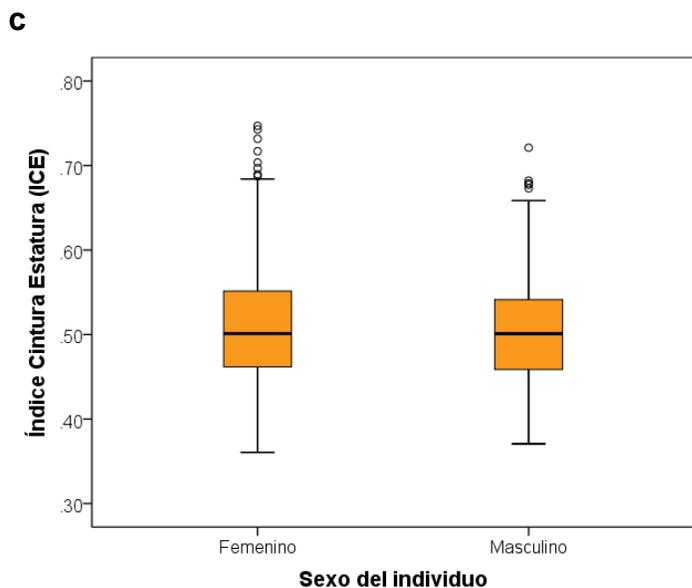
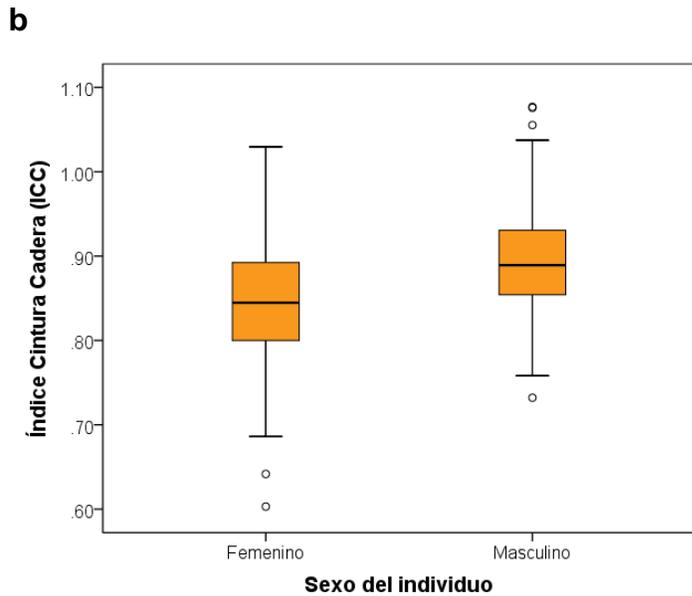
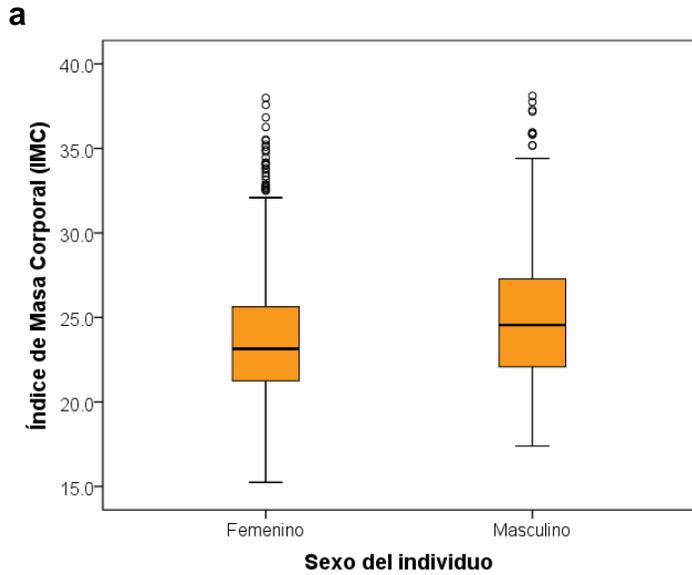


Figura 7. Gráficas de caja que muestran la distribución, por sexo del individuo, de las variables antropométricas: Índice de Masa Corporal (a), Índice Cintura Cadera (b) e Índice Cintura Estatura (c). Las gráficas señalan que los promedios del IMC (a) y del ICC (b) son más altos en los hombres que en las mujeres, mientras que el promedio del ICE (c) no es muy diferentes entre hombres y mujeres. De todos los índices de adiposidad examinados, el IMC en mujeres presenta el mayor número de valores máximos atípicos (a).

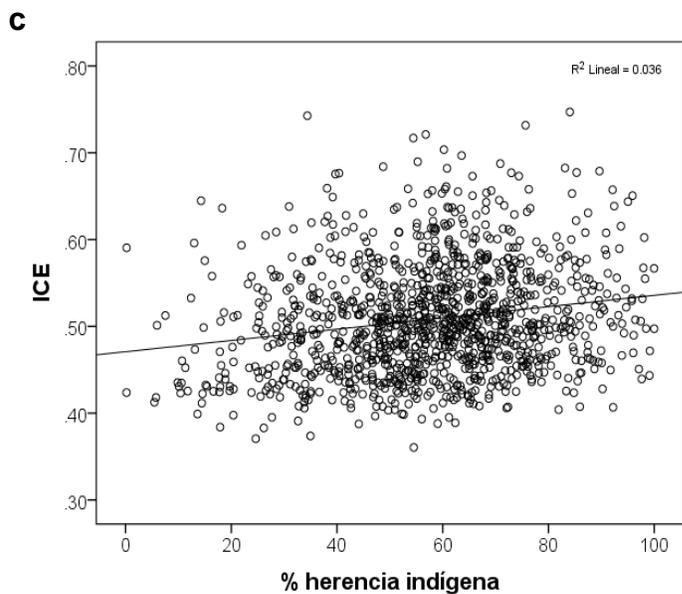
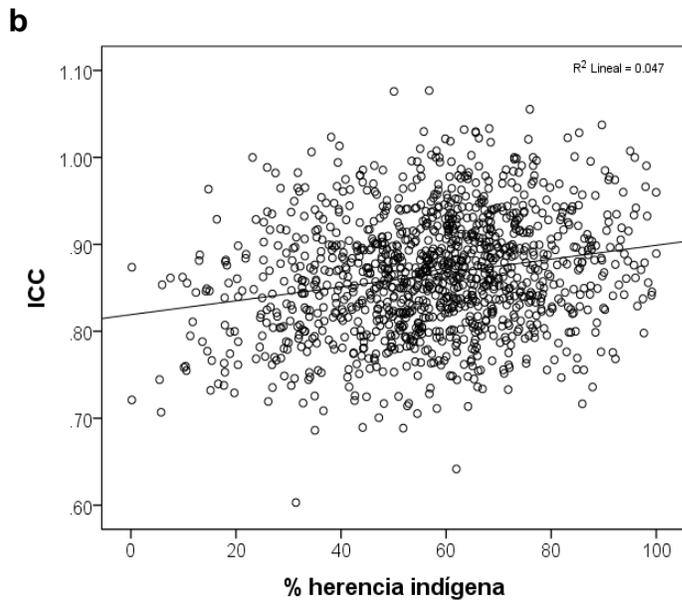
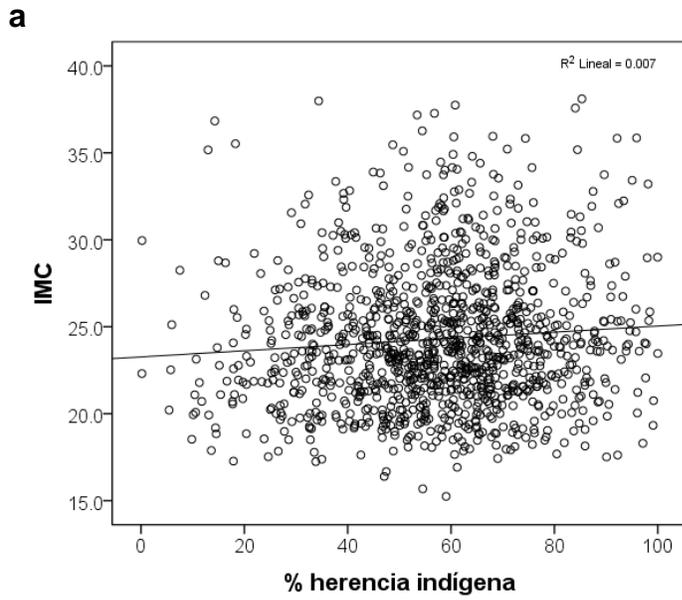


Figura 8. Diagramas de dispersión que muestran las tendencias de asociación que existen entre el nivel de herencia indígena y los valores de los índices antropométricos IMC (a), ICC (b) e ICE (c).

Los datos contenidos en la tabla 4 confirman que en nuestro grupo de estudio tanto los niveles de acumulación de grasa como la distribución de ésta en el cuerpo difieren en función de distintas variables. Por ejemplo, los valores promedio del IMC y del ICC son relativamente más altos en los hombres que en las mujeres, mientras que los valores del ICE no difieren mucho entre ambos sexos (resultados que también se observan en los histogramas de la figura 6 y en las gráficas de caja de la figura 7). Probablemente, el ICE no registra valores promedio más altos en los hombres debido a que este indicador da cuenta de la grasa abdominal acumulada con respecto a la estatura total de los individuos y, en el caso de nuestra muestra de estudio, los hombres registran una estatura promedio más alta (1.72 m) que las mujeres (1.59 m).

En el caso del IMC y el ICC, los resultados anteriores llaman la atención debido a que no concuerdan con lo observado en otros estudios realizados en población mexicana adulta joven: en estos estudios los niveles más altos de adiposidad se observan entre las mujeres (Rios, 2015; Maldonado-Gómez et al., 2017); aunque también hay excepciones encontradas en otros estudios previos (Aguilar-Ye et al., 2010; Ramos et al., 2011; Ponce, 2011; Trujillo-Hernández et al., 2010). En varios de los estudios citados anteriormente, la actividad física y la alimentación se encuentran entre los principales factores asociados al aumento de peso corporal. Sin embargo, en nuestra muestra de estudio no es posible confirmar dicha asociación debido a que no se cuenta con información acerca de este tipo de variables: dieta y ejercicio físico.

Por otra parte, como se esperaba, el análisis por grupo de edad señala que conforme aumenta esta variable, los valores promedio del IMC, el ICC y el ICE tienden a incrementar. De manera similar, los datos contenidos en la tabla 4 y los diagramas de dispersión de la figura 8 muestran que a medida que aumenta la proporción de herencia indígena, los valores promedio de todos los indicadores de adiposidad tienden a aumentar; aunque esta tendencia de incremento se aprecia mejor en el caso del ICC (figura 8b).

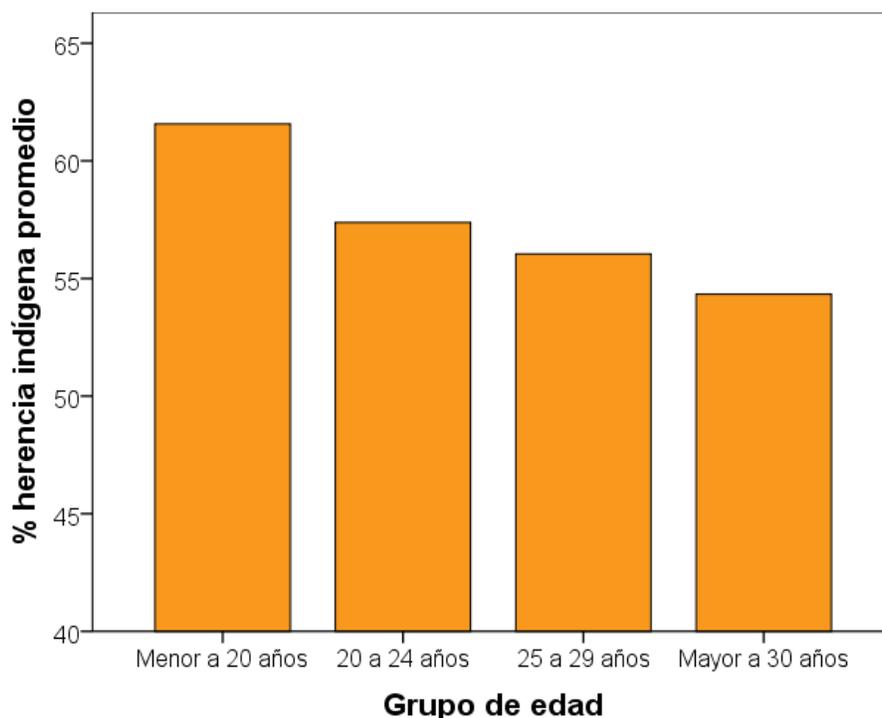
Los resultados anteriores son importantes desde el punto de vista médico o de la salud, debido a que un incremento en los valores de indicadores antropométricos como el ICC y el ICE señalan un aumento en los depósitos de grasa que se localizan en la parte central del cuerpo. Esta mayor acumulación de grasa en la parte central del cuerpo se ha asociado a diferentes alteraciones metabólicas y al subsecuente desarrollo de enfermedades crónicas en diferentes poblaciones (Ramos et al., 2011; Ashwell et al., 2012). Por otra parte, de acuerdo a diferentes estudios, la composición genética es uno de los factores que más influye en los patrones de distribución de la grasa corporal (Stunkard, 2000; González-Villalpando et al 1997; Schleinitz et al., 2014). Es por esto que más adelante en este mismo apartado se explora cual es la relación que existe entre la proporción de herencia indígena y los valores del Índice Cintura Cadera o ICC.

Para finalizar con los resultados del análisis estadístico descriptivo, es importante mencionar que los valores promedio de todos los índices antropométricos utilizados no difieren mucho al examinarse con respecto a las variables ingreso económico, grado de estudio y ocupación, excepto por algunos casos en particular: las personas con el menor nivel de ingreso cuentan con los valores promedio más altos de IMC (26.03) e ICE (0.54); las personas cuya ocupación es campesino u obrero presentan los valores promedio más bajos de IMC (22.91) e ICE (0.47) y; dos individuos en particular registran valores antropométricos relativamente altos: un agricultor (IMC=26.74 e ICC=0.91) y un policía o militar (IMC=35.85, ICC=1.00 e ICE=0.65) (tabla 4).

4.2. Correlación entre el porcentaje de herencia indígena y la edad

Tomando en cuenta que los valores promedio de todos los índices antropométricos tienden a aumentar con la edad y con la proporción de herencia indígena (tabla 4), en el presente estudio se exploró la asociación que existe entre estas dos variables.

Figura 9. Gráfica de barras del porcentaje de herencia indígena por grupo de edad



La gráfica de barras de la figura 9 señala que los individuos menores de 20 años cuentan con la proporción de herencia indígena más alta dentro de nuestra muestra de estudio (61.6% en promedio), mientras que en los demás grupos de edad la herencia indígena es comparativamente menor y su proporción más baja se aprecia en los individuos mayores de 30 años (54.3% en promedio). Tomando en cuenta la información anterior, se implementó una prueba de correlación lineal simple cuyos resultados confirman que entre la edad y la herencia indígena existe una asociación lineal inversa, la cual es relativamente baja pero altamente significativa ($r=-0.115$; $p=6.71 \times 10^{-5}$).

Los resultados anteriores proporcionan información adicional de nuestra muestra de estudio. Como ya mencionamos anteriormente, el grueso de dicha muestra de estudio está integrado por adultos jóvenes de ambos sexos y cuya ocupación es la de estudiante universitario. De acuerdo a la gráfica de barras de la figura 9 y a los

resultados de una prueba de correlación lineal implementada ($r=-0.115$; $p=6.71 \times 10^{-5}$), dichos estudiantes universitarios además cuentan con una proporción de herencia indígena que en promedio es más alta a la observada en el resto de los individuos examinados; quienes en comparación con los estudiantes universitarios, son más grandes de edad y probablemente representan a estudiantes de posgrado, profesores investigadores y personal administrativo de la ENAH.

Considerando lo anterior, resulta interesante averiguar si existe un mayor componente genético europeo en los individuos que tienen un estatus educacional más alto dentro de nuestra muestra de estudio, ya que de ser así, tales resultados coincidirían con el hecho de que en México, los grupos indígenas o de origen indígena tienen menos probabilidades de acceder y de terminar su educación por falta de recursos económicos (Desigualdades en México, 2018; Florez et al., 2009).

4.3. Prevalencia de obesidad de acuerdo al sexo y la edad de los individuos

Con el propósito de establecer si los niveles de acumulación de grasa observados en nuestro grupo de estudio pueden clasificarse como obesidad, se consideraron puntos de corte previamente establecidos (ver apartado de materiales y métodos) para clasificar a las variables antropométricas analizadas. De esta manera se estimó la prevalencia de obesidad según el grupo de edad y el sexo de los individuos.

Tabla 5. Porcentaje de mujeres y hombres con obesidad por grupo de edad.

Grupo de edad	Mujeres			Hombres		
	IMC > 30	ICC > 0.85	ICE > 0.50	IMC > 30	ICC > 0.90	ICE > 0.50
< 20 años	6.4 (n=12)	45.7 (n=86)	47.6 (n=89)	7.7 (n=6)	23.1 (n=18)	31.2 (n=25)
20 a 24 años	4.2 (n=11)	43.4 (n=115)	44.9 (n=118)	11.8 (n=20)	35.9 (n=61)	45.0 (n=77)
25 a 29 años	11.0 (n=17)	46.8 (n=72)	53.6 (n=82)	10.4 (n=13)	44.0 (n=55)	52.8 (n=66)
> 30 años	15.6 (n=19)	54.1 (n=66)	65.6 (n=80)	21.6 (n=21)	62.9 (n=61)	74.0 (n=72)
Total	8.1 (n=59)	46.5 (n=339)	51.2 (n=373)	12.8 (n=60)	41.5 (n=195)	51.1 (n=240)

La tabla 5 indica que en nuestro grupo de estudio la prevalencia de obesidad cambia de acuerdo al índice antropométrico utilizado. Considerando el promedio de los valores totales obtenidos para hombres y mujeres, dicha prevalencia de obesidad es la siguiente: 10.5% para el IMC, 44% para el ICC y 51.2% para el ICE. Estos resultados son menores a los obtenidos en un estudio previo (Ruderman et al., 2019) en el que también se analiza a un grupo de individuos participantes en el proyecto Candela-México: 14.1% para el caso del IMC, 49.6% para el caso del ICC y 56.3% para el caso del ICE. Aunque aún falta averiguar si las diferencias entre ambos estudios son estadísticamente significativas, el hecho de que nuestros resultados sean relativamente más bajos puede deberse a que en comparación con Ruderman y colaboradores (2019), en el presente estudio únicamente se consideró a individuos con una edad menor a 40 años. En nuestro caso, se restringió la muestra de estudio a este límite de edad debido a que conforme aumenta esta variable, las modificaciones en la composición y la distribución de la grasa también se pueden atribuir a los procesos normales de envejecimiento (Ramos et al., 2011; Speakman, 2013).

Los datos contenidos en la tabla 5 de igual forma señalan que la prevalencia de obesidad tiende a incrementar con la edad tanto en hombres como en mujeres. No obstante, llama la atención que en comparación con el grupo de mujeres de 20 a 24 años, las mujeres menores de 20 años tienen prevalencias un poco más altas de obesidad general (de acuerdo al IMC), así como de obesidad central o abdominal (de acuerdo al ICC y al ICE). De acuerdo a estos mismos datos (tabla 5), la prevalencia de obesidad general y abdominal en mujeres incrementa de forma gradual a partir del grupo de edad de 20 a 24 años y hasta llegar a las mujeres mayores de 30 años. Por otra parte, a diferencia de las mujeres, en los hombres las prevalencias de obesidad general y abdominal incrementan gradualmente desde el grupo de individuos menores de 20 años y hasta llegar a los hombres mayores de 30 años.

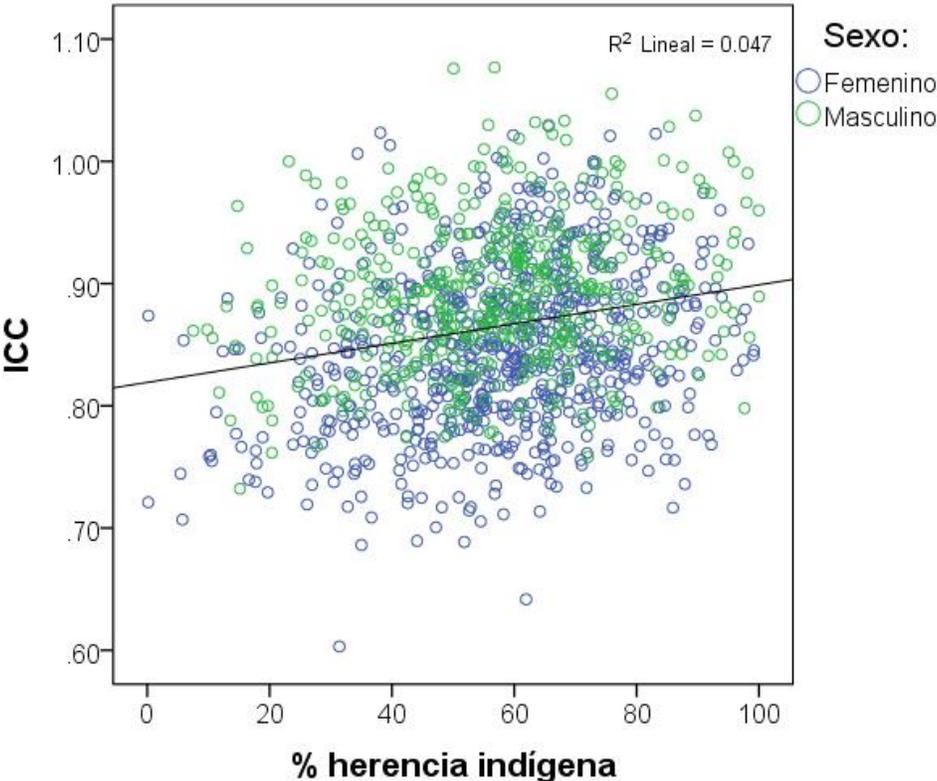
Considerando que tanto en hombres como en mujeres se observa una tendencia de incremento en la prevalencia de obesidad abdominal y que además de la edad, otros factores como la herencia genética probablemente se relacionan con esta tendencia

de incremento (Stunkard, 2000; González-Villalpando et al 1997; Schleinitz et al., 2014), a continuación se muestran los resultados de una prueba realizada para evaluar si existe una correlación entre la herencia indígena y el Índice Cintura Cadera.

4.4. Correlación entre el ICC y el porcentaje de herencia indígena

Con el propósito de analizar la relación que existe entre el Índice Cintura Cadera (ICC) y el porcentaje de herencia indígena, en primer lugar se reelaboró un diagrama de dispersión con los datos correspondientes a estas variables; aunque esta vez, en dicho diagrama de dispersión se identificó a los individuos examinados de acuerdo al sexo: las mujeres y los hombres están representados por puntos de color azul y verde, respectivamente (figura 10).

Figura 10. Diagrama de dispersión de las variables Índice Cintura Cadera y porcentaje de herencia indígena



El diagrama de dispersión de la figura 10 muestra cierta relación lineal directa entre las variables cuantitativas analizadas; más adelante se mencionan los valores de correlación y significancia estadística calculados para el caso de estas dos variables. Entretanto, dicho diagrama de dispersión resulta útil para identificar a varios individuos hombres cuya adiposidad abdominal (ICC) es relativamente alta independientemente de su herencia indígena y los cuales se localizan en la parte superior del gráfico. De igual forma, este diagrama de dispersión muestra otro patrón de distribución interesante: las mujeres localizadas en la parte inferior del gráfico mantienen una menor adiposidad abdominal sin importar su nivel de herencia indígena.

Con el propósito de medir la intensidad de la relación que existe entre las variables herencia indígena e índice Cintura Cadera, se calculó un coeficiente de correlación utilizando el programa *SPSS V.19.0*. Los valores contenidos en la tabla 6 muestran que existe una asociación relativamente baja aunque ampliamente significativa ($r=0.250$; $p=1.60 \times 10^{-18}$) entre estas variables. En otras palabras, lo que estos resultados sugieren es que en nuestro grupo de estudio, la herencia genética al parecer si influye significativamente en las mediciones antropométricas que dan cuenta de la grasa corporal acumulada en la parte central del cuerpo, como es el caso del Índice Cintura Cadera (Ruderman et al., 2019).

Tabla 6. Prueba de correlación entre el Índice Cintura Cadera y el nivel de herencia indígena*

		Herencia indígena (%)
Índice Cintura Cadera (ICC)	Correlación	0.250
	Significación (bilateral)	1.60×10^{-18}
	GI	1196

* Valores obtenidos después de considerar el efecto de la variable edad

Los resultados anteriores son similares a los observados en un estudio previo en el que se evalúa la asociación entre la proporción del mestizaje y diferentes índices de adiposidad en grupos de mujeres de los Estados Unidos (Nassir et al., 2012). Después de estimar la proporción de los componentes genéticos del mestizaje, Nassir y colaboradores (2012) observan que en el caso de un grupo de mujeres hispanoamericanas, existe una correlación relativamente baja pero altamente significativa ($r=0.14$; $p<0.0001$) entre la ancestría amerindia o indígena y el Índice Cintura Cadera.

Probablemente nuestros valores de correlación son más altos a los obtenidos por Nassir et al. (2012) debido a que en nuestra muestra de estudio no solo existen mujeres sino también hombres y algunos de éstos en particular, como ya señalamos anteriormente, tienden a presentar niveles más altos de adiposidad abdominal (figuras 6, 7 y 10). Además, asumiendo el supuesto de que a mayor herencia indígena mayor acumulación de grasa abdominal, cabe mencionar que en comparación con el grupo de mujeres hispanoamericanas analizadas por Nassir et al. (2012), las mujeres de nuestro grupo de estudio cuentan con una mayor proporción de herencia indígena en promedio (26.7% y 56%, respectivamente).

Con el propósito de evaluar la principal hipótesis de investigación de este estudio, es decir que en comparación con la herencia genética, las condiciones sociales y económicas son más importantes en la variación de los índices de adiposidad examinados, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple cuyos resultados se muestran a continuación.

4.5. Análisis de regresión lineal múltiple

Con el propósito de establecer en qué medida diferentes variables cuantitativas y cualitativas influyen en la variación de la característica fenotípica que nos interesa analizar, se implementó un análisis de regresión lineal múltiple utilizando el programa estadístico *SPSS V.19.0*. Este análisis de regresión lineal múltiple se realizó por separado para hombres y mujeres.

Los valores contenidos en la tabla 7 muestran el grado de correlación que existe entre diferentes variables predictivas (edad, proporción de herencia indígena y africana, ingreso económico y grado de estudio) y distintos indicadores antropométricos de la adiposidad: IMC, ICC e ICE. En el modelo de análisis se excluyó la ancestría genética europea debido a que se ha observado una relación de dependencia lineal fuerte entre esta variable y los componentes genéticos indígena y africano en poblaciones americanas; es decir que existe multicolinealidad entre estas tres variables (Ruderman et al., 2019; Tang et al., 2006). De igual forma, se excluyó la variable ocupación ya que de acuerdo a una revisión sistemática de estudios previos (Dinsa et al 2012), la dirección de la asociación entre ocupación y obesidad resulta ser la misma que la dirección de la asociación entre educación y obesidad en países con un nivel de desarrollo económico bajo y medio. Es decir que la educación puede considerarse como un buen sustituto (*proxy*) de la ocupación en países como México (Dinsa et al., 2012).

Tabla 7. Valores de correlación lineal observados entre diferentes variables explicativas y varios indicadores de la adiposidad

		Indicador	Edad	AME	AFR	IR	Estudio
Sexo del individuo	Masculino	IMC	<u>0.293</u>	<u>0.236</u>	0.056	0.078	-0.018
		ICC	<u>0.307</u>	<u>0.224</u>	-0.012	0.009	-0.030
		ICE	<u>0.305</u>	<u>0.267</u>	0.030	0.051	-0.020
	Femenino	IMC	<u>0.234</u>	0.037	-0.022	-0.023	-0.087
		ICC	<u>0.223</u>	<u>0.263</u>	0.006	<u>-0.094</u>	-0.071
		ICE	<u>0.251</u>	<u>0.178</u>	-0.009	-0.057	-0.078

Los valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) se encuentran subrayados. **AFR:** porcentaje de herencia africana, **AME:** porcentaje de herencia indígena o nativa americana, **IR:** Índice de Riqueza y **Estudio:** grado de estudio.

En todos los casos, las variables independientes o explicativas consideradas dentro del análisis solo explican una parte relativamente baja de la varianza total. Independientemente del sexo, la variable edad se asocia de manera positiva y significativa con todos los parámetros antropométricos examinados. Esta misma

tendencia de correlación con todos los índices antropométricos se observa en el caso de la ancestría indígena, excepto por el IMC en las mujeres, cuyos valores de correlación son relativamente menores y no significativos (tabla 7). En lo que se refiere al componente genético africano, todos los coeficientes de regresión son relativamente bajos y estadísticamente no significativos.

En el caso del índice de riqueza y el grado de estudio, la mayoría de los valores de correlación encontrados tanto en hombres como en mujeres son estadísticamente no significativos (tabla 7). No obstante, se aprecian varias tendencias claras de asociación las cuales describimos a continuación:

- Los resultados muestran que sin importar el índice antropométrico utilizado, una mayor acumulación de grasa se asocia con un mayor índice de riqueza en los hombres. Estos resultados hasta cierto punto concuerdan con lo reportado previamente en México (Buttenheim et al., 2010; Smith y Goldman, 2007) y otros países de economía creciente (Dinsa et al., 2012), en donde se han identificado asociaciones tanto positivas como negativas o nulas entre variables socioeconómicas y la adiposidad.
- Por otro lado, en las mujeres todos los valores de correlación observados entre el índice de riqueza y los índices de adiposidad son relativamente bajos y negativos y de éstos, los únicos valores estadísticamente significativos son los observados en el caso del ICC ($\beta=-0.094$, $p=0.009$). En otras palabras, lo que estos últimos valores sugieren es que la acumulación de grasa abdominal (ICC) es menor a medida que las mujeres dentro de nuestro grupo de estudio cuentan con un mayor índice de riqueza. Los resultados anteriores concuerdan con lo ya reportado en mujeres que viven en entornos urbanos de países con un ingreso económico medio (Dinsa et al., 2012), como es el caso de México (Buttenheim et al., 2010), además de que dichos resultados apoyan en parte la hipótesis particular del presente estudio: las personas con un menor estatus socioeconómico cuentan con mayores niveles de adiposidad u obesidad.
- Por su parte, tanto en hombres como en mujeres el grado de estudio muestra una clara tendencia de asociación negativa con todos los índices de

adiposidad analizados, lo cual sugiere que a mayor grado de estudio la grasa corporal total (IMC) y su distribución en la región abdominal (ICC e ICE) son menores. Aunque dicha tendencia de asociación negativa no es estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en ninguno de los casos (tabla 7), cabe aclarar que ésta si es acorde a lo esperado. Estudios acerca de las condiciones de salud realizados en diferentes áreas y en las últimas décadas en nuestro país señalan que la educación puede constituir un factor protector de obesidad sobre todo para las mujeres que residen en áreas urbanas (Smith y Goldman, 2007; Perez et al., 2014) como la Ciudad de México.

Asimismo, los datos de la tabla 7 muestran que, en comparación con el índice de riqueza y el grado de estudio, otras variables como la herencia indígena y sobre todo la edad, al parecer tienen una mayor influencia en la acumulación y la distribución de la adiposidad. Aunque estos resultados son distintos a lo planteado en nuestra principal hipótesis de investigación, diferentes estudios proponen que efectivamente una mayor herencia indígena se asocia con una mayor acumulación de grasa (Jobling et al., 2013; Stryjecki et al., 2018) e incluso también, con el desarrollo de otras enfermedades metabólicas conocidas como dislipidemias, entre las cuales podemos mencionar los bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad o HDL (*High Density Lipoprotein*)¹⁵ (Fritz-Hernández et al., 2010; Acuña-Alonso et al., 2010). No obstante, más adelante en este estudio se discuten varios puntos que consideramos importantes con respecto al significado de estos resultados.

4.6. Características demográficas y socioeconómicas de hombres y mujeres localizados en los extremos de la variación del ICC

Con el objetivo de seguir examinando como es que distintas características demográficas y socioeconómicas pueden relacionarse con la variación de la

¹⁵ Esta condición, llamada hipoalfalipoproteinemia (HDL < 40 mg/dL), esta comúnmente asociada a obesidad, resistencia a la insulina y forma parte de los criterios diagnósticos de síndrome metabólico (Fritz-Hernández et al., 2010).

adiposidad en una muestra de población mexicana contemporánea, se dividió a los conjuntos de hombres y de mujeres que integran dicha muestra de estudio en 10 partes porcentuales iguales (deciles) y posteriormente se localizó a los individuos cuyos valores ordenados de Índice Cintura Cadera fueran los siguientes:

- menores a 0.76 (D_1) y mayores a 0.94 (D_9), en el caso de las mujeres y;
- menores a 0.82 (D_1) y mayores a 0.98 (D_9), en el caso de los hombres.

Una vez identificados a los hombres y mujeres con los valores más bajos y más altos de acumulación de grasa abdominal o ICC, se calcularon en estos grupos de individuos los valores promedio de características demográficas como la edad y la proporción de ancestría indígena, europea y africana, así como el ICC (tabla 8). De igual forma, se calcularon las frecuencias de las variables socioeconómicas: índice de riqueza, grado de estudio y ocupación (figuras 11 y 12). Todos los análisis estadísticos anteriores se implementaron mediante el paquete estadístico *SPSS V.19.0*.

Tabla 8. Valores promedio de variables demográficas en hombres y mujeres localizados en los extremos de la variación del ICC

	Variables	N	Media	D. E.
Mujeres con valores de ICC menores a 0.76 (P_{10})	ICC	72	0.73	0.03
	Edad	72	22.67	4.28
	AME	72	0.47	0.21
	AFR	72	0.05	0.03
	EUR	72	0.48	0.2
Mujeres con valores de ICC mayores a 0.94 (P_{90})	ICC	73	0.97	0.02
	Edad	73	26.45	6.8
	AME	73	0.64	0.14
	AFR	73	0.03	0.02
	EUR	73	0.32	0.13

Tabla 8 (continuación)

	Variables	N	Media	D. E.
Hombres con valores de ICC menores a 0.82 (P₁₀)	ICC	47	0.79	0.02
	Edad	47	22.74	4.29
	AME	47	0.47	0.21
	AFR	47	0.04	0.03
	EUR	47	0.48	0.21
Hombres con valores de ICC mayores a 0.98 (P₉₀)	ICC	47	1	0.02
	Edad	47	27.85	7.06
	AME	47	0.64	0.19
	AFR	47	0.03	0.02
	EUR	47	0.33	0.18

ICC: Índice Cintura Cadera, **AME:** proporción de herencia indígena o nativa americana, **AFR:** proporción de herencia africana y **EUR:** proporción de herencia europea.

Los valores contenidos en la tabla 8 confirman que independientemente del sexo, la adiposidad abdominal aumenta con la edad. De igual forma, estos valores muestran que, sin importar el sexo, la adiposidad abdominal aumenta en aquellos individuos que al mismo tiempo cuentan con una mayor proporción de ancestría indígena y con una menor proporción de ancestría europea. En cuanto a la ancestría africana, tanto en hombres como en mujeres con los valores más bajos y más altos de adiposidad abdominal se observan porcentajes relativamente bajos de este componente genético.

Aunque estos resultados sugieren que nuestra muestra de estudio (y la población mestiza mexicana en general) puede verse afectada por la obesidad abdominal (ICC) tan solo por contar con un importante componente genético de origen indígena, no hay que olvidar que históricamente en nuestro país han existido condiciones de desigualdad (social, económica, cultural, educativa, de género, entre otras), las cuales probablemente también influyen en el desarrollo de esta alteración (Albuquerque et al., 2015). Es por esto que en la discusión de resultados de este estudio abundamos más en este punto.

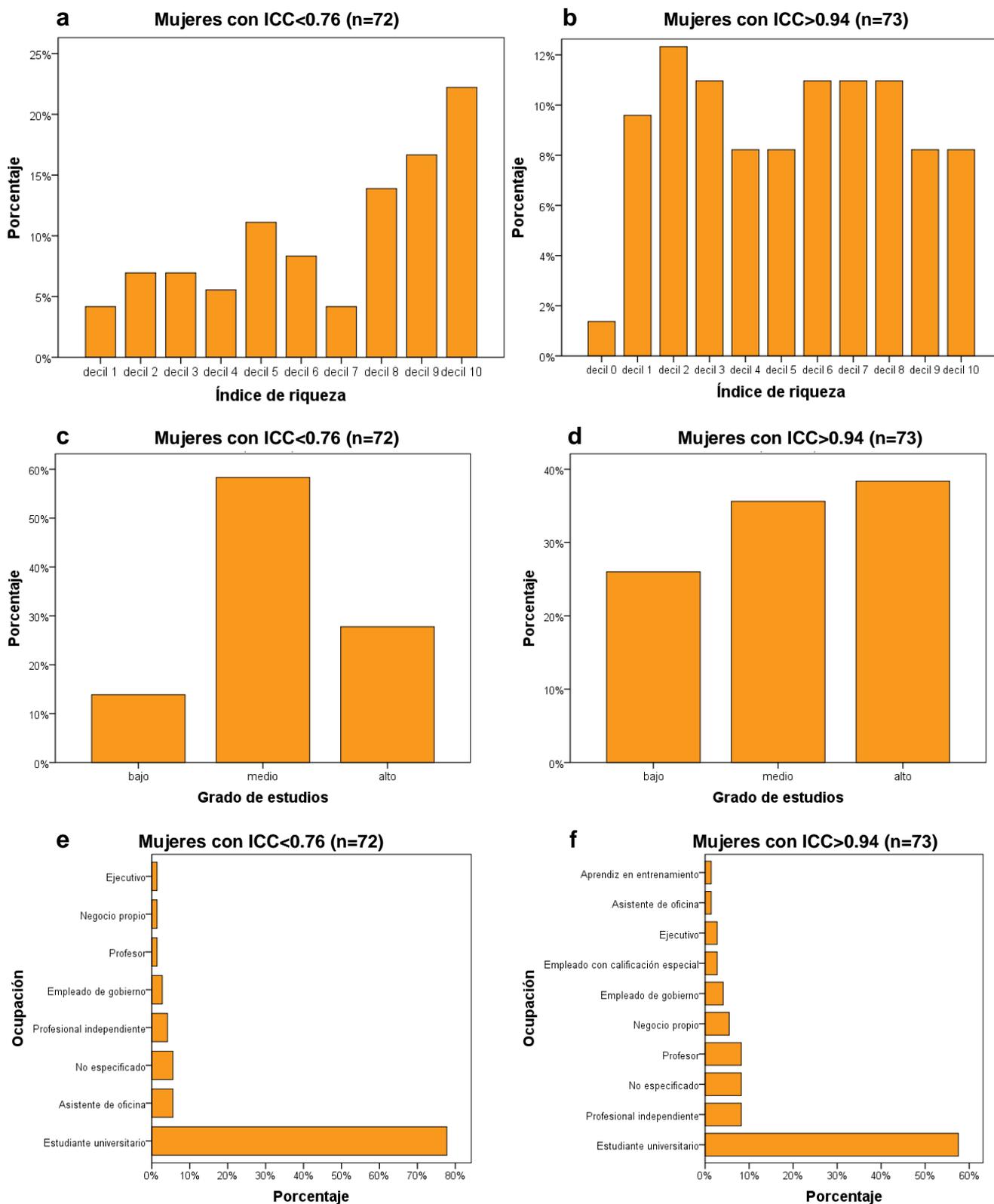


Figura 11. Distribución de variables socioeconómicas en mujeres con valores de ICC menores a 0.76 y mayores a 0.94: índice de riqueza (a y b), grado de estudio (c y d) y ocupación (e y f).

4.6.1 Características socioeconómicas de mujeres en los extremos de la variación del ICC

En lo que se refiere al análisis de variables socioeconómicas, la gráfica de barras de la figura 11b muestra que en las mujeres con los niveles más altos de adiposidad abdominal ($ICC > 0.94$) no existe una tendencia clara de incremento o decremento en el índice de riqueza. No obstante, en el caso contrario, es decir en las mujeres con los valores más bajos de adiposidad abdominal ($ICC < 0.76$), si se aprecia una tendencia de incremento en este indicador del estatus socioeconómico (figura 11a).

Esta tendencia de incremento en el ingreso económico de las mujeres delgadas en cierta medida concuerda con la distribución de la variable grado de estudio, la cual muestra que el grupo de mujeres con menor adiposidad abdominal está integrado principalmente por mujeres con un nivel de estudio medio (58.33%; educación secundaria o media superior), seguido de las mujeres con un nivel de estudio alto (27.78%; educación superior o estudios de posgrado) y en menor proporción, por las mujeres con un nivel de estudio bajo (13.89%; ninguna educación, educación primaria o entrenamiento técnico) (figura 11c). Por otra parte, la figura 11d muestra que el grupo de mujeres con los valores más altos de adiposidad abdominal es más homogéneo: las proporciones de mujeres con un nivel de estudio medio (35.62%) y alto (38.36%) son similares, mientras que la proporción de mujeres con baja escolaridad aumenta casi el doble (26.03%) con respecto a lo observado en el grupo de mujeres delgadas con baja escolaridad (13.89%).

Por su parte, la variable ocupación muestra que el grupo de mujeres delgadas está integrado principalmente por estudiantes universitarias (77.78%) (figura 11e), resultados que de cierta manera concuerdan con la proporción de mujeres con un nivel de estudio medio (58.33%) que acabamos de observar al examinar la variable grado de estudio. Por otra parte, en comparación con el grupo de mujeres delgadas, en las mujeres con mayor adiposidad (figura 11f) por una parte disminuye la proporción de estudiantes universitarios (57.53%), mientras que por otra parte aumenta ligeramente la proporción de mujeres con ocupaciones como profesional independiente (8.23%), profesor (8.22%), mujeres con negocio propio (5.5%),

empleado de gobierno (4.11%) y ejecutivo (2.74%), entre otras ocupaciones que parecen indicar un estatus socioeconómicos relativamente más alto. Finalmente, es importante mencionar que en este grupo de mujeres con mayor adiposidad abdominal también se identifican mujeres con ocupaciones que al parecer señalan un estatus socioeconómico bajo: aprendiz en entrenamiento (1.38%) y empleado con calificación especial (2.74%).

En conjunto, el análisis de variables socioeconómicas muestra que las mujeres con menor adiposidad abdominal son principalmente mujeres con un estatus socioeconómico medio alto, mientras que las diferencias en el estatus socioeconómico de las mujeres con los valores más altos de ICC no son tan marcadas. Esta menor adiposidad abdominal que presentan principalmente las mujeres de estatus socioeconómico medio alto, hasta cierto punto concuerda con lo observado en estudios realizados en países desarrollados (Dinsa et al., 2012), en los que la mayor adiposidad se encuentra en los estratos sociales más bajos. Estos resultados pueden deberse a que las mujeres de mayor estatus socioeconómico tienen el hábito de hacer dieta, cuentan con más conocimientos sobre nutrición, valoran más la delgadez (sobre todo las mujeres jóvenes) y realizan una mayor actividad física derivada del hecho de tener más tiempo libre, entre otros factores (Stunkard, 2000; Ulijaszek y Lofink, 2006).

Sin embargo, en nuestro caso no podemos afirmar por completo que un mayor estatus socioeconómico confiera un riesgo menor de acumulación de grasa, sobre todo si consideramos que en nuestro grupo de mujeres con mayor adiposidad hay mujeres de todos los estratos sociales en proporciones que no son muy diferentes entre sí. Además, tampoco hay que olvidar que otras variables como la edad e incluso la herencia indígena probablemente también influyen en la variación de la adiposidad abdominal y como vimos anteriormente en este estudio (tabla 8), las mujeres más delgadas también son más jóvenes (22.67 años) y cuentan con un menor porcentaje de herencia indígena (47%) en promedio, a diferencia de las mujeres con mayor adiposidad, quienes en promedio tienen una mayor edad (26.45 años) y una mayor proporción de herencia indígena (64%).

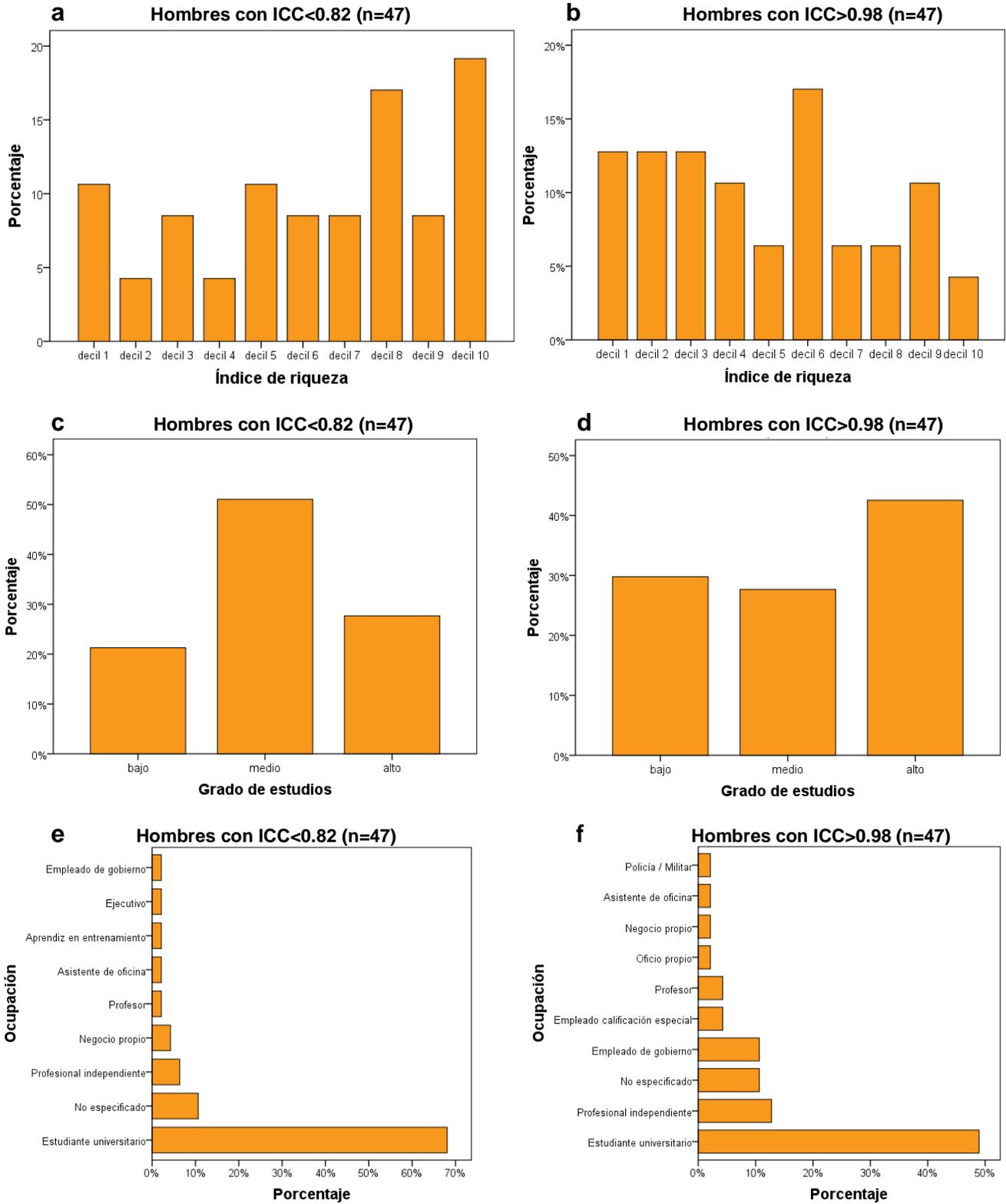


Figura 12. Distribución de variables socioeconómicas en hombres con valores de ICC menores a 0.82 y mayores a 0.98: índice de riqueza (a y b), grado de estudio (c y d) y ocupación (e y f).

4.6.2 Características socioeconómicas de hombres en los extremos de la variación del ICC

La figura 12a muestra que el índice de riqueza tiende a incrementar en los hombres con los menores valores de grasa abdominal ($ICC < 0.82$), como de igual forma sucede en el caso de las mujeres delgadas. Por otra parte, a diferencia de lo observado en las mujeres con mayor adiposidad abdominal, en los hombres con esta misma condición ($ICC > 0.98$) si es posible apreciar cierta tendencia de decremento en el índice de riqueza (figura 12b).

En cuanto al nivel de estudio, se observan tendencias similares a las que presentaron las mujeres. Es decir que el grupo de hombres delgados está integrado en mayor proporción por individuos con un nivel de estudio medio (51.06%), en contraste con los individuos con un nivel de estudio alto (27.66%) y bajo (21.28%), quienes se encuentran en una menor proporción dentro de este grupo (figura 11c). Por otra parte, en los hombres con mayor adiposidad disminuyen los individuos con un nivel de estudio medio (27.66%), al mismo tiempo que aumentan los individuos con una escolaridad baja (29.79%) y alta (42.55%) (figura 12d). Considerando estos resultados, podemos decir que en comparación con los hombres delgados, el grupo de hombres con los valores más altos de adiposidad abdominal es más homogéneo con respecto a su nivel de educación, lo cual es similar a lo observado en el caso de las mujeres.

Por último, la variable ocupación se distribuye de la siguiente manera: entre los hombres delgados hay una mayor proporción de estudiantes universitarios (68.09%), mientras que la proporción de hombres con otras ocupaciones es considerablemente menor: no especificado (10.64%), profesional independiente (6.38%) y personas con negocio propio (4.25%), entre otras ocupaciones (profesor, asistente de oficina, aprendiz en entrenamiento, ejecutivo y empleado de gobierno; todas éstas con una frecuencia de 2.13%) (figura 12e). En el caso de los hombres con los valores más altos de adiposidad abdominal, destaca el hecho de que la proporción de estudiantes universitarios se reduce a un 48.94%, mientras que ocupaciones que indican un mayor estatus socioeconómico aumentan algunos

puntos porcentuales: empleado de gobierno (10.64%), profesor (4.25%) y profesional independiente (12.77%) (figura 11f).

Tomando en cuenta los resultados anteriores podemos decir que el contar con un mayor estatus socioeconómico probablemente no contribuye a reducir la acumulación de grasa abdominal en el grupo de hombres analizados, tal como ocurre en el caso de las mujeres. En otras palabras, no es posible afirmar que la mayor adiposidad abdominal afecte principalmente a los hombres de estatus socioeconómico bajo.

Buttenheim y colaboradores (2010) mencionan algunas de las principales causas por las que un mayor estatus socioeconómico no se relaciona directamente con una menor acumulación de grasa en países de economía creciente como México. Primero, probablemente los mexicanos de bajos ingresos no pueden pagar alimentos procesados con un alto contenido de grasas y azúcares y con pocos nutrientes –aunque en este punto es importante mencionar que esto ha cambiado en los últimos años, ya que una de las principales características de este tipo de alimentos es precisamente su bajo costo–. En segundo lugar, al parecer los mexicanos de bajo nivel socioeconómico frecuentemente cuentan con empleos físicamente activos, lo que reduce el riesgo de obesidad. Tercero, la información acerca de cómo evitar el riesgo de obesidad entre las personas con un nivel socioeconómico más alto puede ser menos disponible o tener una influencia menor en nuestro país.

Para nosotros, este último punto también puede ser cuestionable ya que se esperaría que las personas con mayores recursos económicos tengan un estatus educacional más alto y de mejor calidad y, por lo tanto, que cuenten también con un mayor acceso a la información relacionada con los riesgos para la salud asociados a la acumulación de grasa.

5. Consideraciones finales

5.1. Discusión

Por medio del análisis de los datos correspondientes a tres índices antropométricos distintos (IMC, ICE e ICC), en este estudio se examinó como es que varía la acumulación y la distribución de la grasa corporal o adiposidad en un grupo de individuos pertenecientes a la población mexicana contemporánea.

5.1.1. Estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos muestran que la acumulación (IMC) y la distribución (ICC) de la grasa corporal si son variables con respecto al sexo, la edad y el nivel de herencia indígena, aunque por otra parte, en la mayoría de los casos, los valores promedio de los índices antropométricos evaluados no variaron mucho en función de características socioeconómicas como el índice de riqueza, el grado de estudio y la ocupación (tabla 4).

Al comparar entre ambos sexos se observa que en promedio, la acumulación de grasa (IMC) es mayor en los hombres que en las mujeres y que esta acumulación de grasa también es mayor en la región abdominal (ICC). Como ya mencionamos anteriormente, estos resultados concuerdan con lo reportado en otros estudios implementados en población adulta joven de nuestro país (Aguilar-Ye et al., 2010; Ramos et al., 2011; Ponce, 2011; Trujillo-Hernández et al., 2010). De acuerdo a estos estudios previos, los mayores niveles de grasa corporal observados en los hombres ($IMC \geq 30$), probablemente se deben a un mayor consumo de alimentos hipercalóricos, así como de alcohol y tabaco (Ponce, 2011; Smith y Goldman, 2007). Además de esto, parece ser que las mujeres controlan más su peso corporal por medio de una alimentación más saludable (Aguilar-Ye et al., 2010) o incluso utilizando fármacos para bajar de peso (Trujillo-Hernández et al., 2010).

No obstante, en este punto también es importante mencionar que en otros estudios la ganancia excesiva de peso afecta más a las mujeres que a los hombres (Rios, 2015; Maldonado-Gómez et al., 2017). Aunque en dichos estudios la acumulación

excesiva de grasa de igual forma se atribuye a los hábitos de alimentación y a la actividad física, también existe la posibilidad de que la influencia hormonal explique en parte dicha ganancia excesiva de peso en las mujeres (Trujillo-Hernández et al., 2010).

En una revisión de estudios se plantea que el estrógeno, una hormona sexual que producen principalmente las mujeres, reduce el aprovechamiento energético de los ácidos grasos ingeridos en la dieta, lo que conduce a un aumento de la grasa corporal que puede explicar en parte la mayor masa grasa observada en las mujeres en comparación con los hombres (O'Sullivan, 2009). Sin embargo, es importante recordar que el patrón de distribución de la masa grasa es diferente entre hombres y mujeres: a partir de la pubertad y hasta la menopausia (Wells, 2007), en las mujeres la masa grasa se distribuye principalmente en el segmento inferior del cuerpo (figura 1). Esto también demuestra la importancia que tiene el utilizar indicadores antropométricos adicionales al IMC que den cuenta de la distribución regional de la adiposidad (como el ICC y el ICE) en estudios antropológicos y epidemiológicos (Ruderman et al., 2019).

Otra tendencia importante que muestran los estadísticos descriptivos consiste en que el promedio de todos los índices antropométricos aumenta con la edad y con el nivel de herencia indígena (tabla 4). En el caso de la edad, la prueba de regresión lineal múltiple llevada a cabo confirma que esta variable se correlaciona de manera positiva y estadísticamente significativa con todos los indicadores de la adiposidad utilizados (ver tabla 7). Considerando estos resultados, podemos decir que tanto la acumulación de la grasa corporal en general (IMC) como su distribución en la región abdominal (ICC e ICE) aumentan con la edad, resultados que concuerdan con lo reportado previamente en otros estudios (Trujillo-Hernández et al., 2010; Perez et al., 2014).

Está bien documentado que a medida que los individuos envejecen, la composición corporal cambia: la masa grasa aumenta, mientras que la masa muscular y la masa ósea disminuyen (St-Onge y Gallagher, 2010; Gómez-Cabello et al., 2012). Se propone que este aumento en la masa grasa se debe a que con la edad hay una

disminución del gasto energético en reposo, así como un menor aprovechamiento de la energía contenida en las grasas (St-Onge y Gallagher, 2010). No obstante, parece ser que esta mayor ganancia de peso observada con la edad puede amortiguarse mediante un menor consumo de calorías en la dieta y una mayor actividad física (Fiatarone, 2002).

5.1.2. Correlación entre la herencia indígena y la edad

Considerando que el promedio de todos los índices antropométricos tiende a aumentar con la edad y con la herencia indígena, en este estudio se evaluó en qué medida estas dos variables se encuentran correlacionadas. Los valores de correlación estadísticamente significativos obtenidos ($r=-0.115$; $p=6.71 \times 10^{-5}$), indican que la proporción de herencia indígena es menor en aquellos individuos que cuentan con una mayor edad, como se puede apreciar en la gráfica de barras de la figura 9.

De acuerdo a la información sociodemográfica que conocemos acerca de nuestra muestra de estudio (ver tabla 3 en el apartado de materiales y métodos), la mayoría (66.2%) de los individuos examinados son estudiantes universitarios con edades de entre 17 y 24 años. Por otra parte, en la tabla 3 también se identifican individuos que por su ocupación (profesional independiente, empleado de gobierno y profesor, entre otros) suponemos que son de mayor edad (entre 25 y 40 años) y quizá también de un nivel socioeconómico más alto. Considerando los resultados de la prueba de correlación realizada entre las variables herencia indígena y edad ($r=-0.115$; $p=6.71 \times 10^{-5}$), podemos inferir que dichos estudiantes universitarios cuentan con una proporción de herencia indígena más alta a la observada en los individuos de mayor edad. En otras palabras, los datos sociodemográficos con que contamos hasta cierto punto concuerdan con el supuesto de que en los sujetos de menor edad, la proporción de herencia indígena es mayor.

5.1.3. Correlación entre la herencia indígena y el estatus socioeconómico

Además de mostrar que el grupo de individuos analizado en este estudio no es homogéneo con respecto a la edad, el nivel de herencia indígena y probablemente el estatus socioeconómico, los resultados anteriores proporcionan indicios acerca de una posible asociación entre la herencia indígena y el estatus socioeconómico. Otros estudios realizados en muestras poblacionales de México y Colombia (Martinez-Marignac et al., 2007; Serrano, 1977; Florez et al., 2009) ya han reportado esta asociación en la que los individuos con menor estatus socioeconómico tienen mayor herencia indígena, mientras que los individuos con mayor estatus socioeconómico tienen mayor herencia europea.

Considerando los estudios anteriores, sería importante analizar posteriormente si en nuestro grupo de estudio se cumple esta asociación entre la herencia indígena y el estatus socioeconómico, ya que de ser así, los resultados obtenidos constatarían que en México, y en América Latina en general, las personas indígenas o de origen indígena tienen muchas más posibilidades de ser pobres, un menor acceso a la educación y más problemas de salud que cualquier otro grupo de población (Patel, 2008; Hall y Padrinos, 2005; Vallengia y Snodgrass, 2015).

5.1.4. Correlación entre el ICC y el porcentaje de herencia indígena

Por su parte, el análisis de correlación de la adiposidad abdominal (ICC) con la herencia indígena señala que entre estas variables hay una asociación positiva y altamente significativa ($r=0.250$; $p=1.60 \times 10^{-18}$), la cual incluso es relativamente mayor a la encontrada en un grupo de mujeres hispanoamericanas de los Estados Unidos (Nassir et al., 2012); lo que para nosotros probablemente se debe a que entre los individuos que estudiamos hay mujeres, pero sobre todo algunos hombres, quienes independientemente de su nivel de herencia indígena, presentan valores altos de adiposidad abdominal; tal como se observa en el gráfico de dispersión de la figura 10.

Aunque comprobamos que existe una asociación estadísticamente significativa entre la adiposidad abdominal y la herencia indígena, resultados que ya sugerían

los estadísticos descriptivos y que concuerdan con lo reportado en un estudio previo (Nassir., et al 2012), consideramos que no es posible atribuir mayoritariamente el aumento de la adiposidad abdominal a factores genéticos y que incluso la influencia de otros factores relacionados con las diferencias socioeconómicas (los cuales pueden condicionar aspectos como la dieta y el ejercicio físico, entre otros) puede ser más importante.

Como ya mencionamos al inicio de este estudio, hay una serie de investigaciones en las que las altas prevalencias de padecimientos como la obesidad y la diabetes tipo 2 se asocian con la ancestría indígena –o con otro componente genético que en la mayoría de los casos es distinto del europeo– que presentan diferentes grupos minoritarios en los Estados Unidos, como las personas de origen mexicano y los indígenas o nativos americanos (Sans, 2000; Williams, 2000; Sweeney et al., 2007; Ziv et al., 2006).

La hipótesis del genotipo ahorrador plantea que los genes que promovieron una eficiente acumulación de grasa durante periodos de abundancia, representaron una ventaja adaptativa para nuestros ancestros. Sin embargo, en las sociedades industrializadas modernas en las que hay una mayor disponibilidad de comida y una menor actividad física, este genotipo ahorrador es perjudicial debido a que conduce al desarrollo de la obesidad y la diabetes tipo 2 (Jobling et al., 2013). Aunque aún sigue siendo debatida y la comunidad científica todavía no llega a un consenso (Montesi, 2017), la hipótesis del genotipo ahorrador se ha utilizado ampliamente para explicar la alta incidencia de este tipo de enfermedades en poblaciones indígenas occidentalizadas como los nativos americanos (por ejemplo, los indígenas pima establecidos en los Estados unidos), los aborígenes australianos y los habitantes de las Islas del Pacífico. Es decir, se argumenta que las regiones que ocupan actualmente estos grupos se poblaron bajo circunstancias difíciles, por lo que el genotipo ahorrador fue fuertemente favorecido (Jobling et al., 2013).

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes que tienen muchos de los estudios que se basan en la hipótesis del genotipo ahorrador para establecer asociaciones entre la ancestría genética y diferentes enfermedades complejas

como la obesidad, es que no logran controlar adecuadamente las diversas influencias ambientales posibles, lo que dificulta sacar conclusiones sólidas sobre el papel que tienen las diferencias genéticas individuales sobre la variación de estas enfermedades (Klimentidis et al., 2009). Es decir que en este tipo de estudios también es importante considerar variables de tipo socioeconómico y cultural que pueden contribuir a la obesidad, como el consumo de comida hipercalórica barata y la falta de actividad física, entre otros factores (Fernández y Shiver, 2004).

Considerando lo anterior, una limitación del presente estudio es que no se contó con información acerca de la dieta y la actividad física. Sin embargo, tomando en cuenta los resultados de otros estudios similares (es decir, estudios realizados en estudiantes universitarios) podemos decir que los mayores niveles de adiposidad abdominal observados en varios de los individuos examinados probablemente se deben a hábitos de alimentación que incluyen el consumo fuera de casa de comidas y bebidas no saludables –aunque si apetitosas– en raciones cada vez más grandes y menos costosas; estos hábitos de alimentación sin duda están mediados por la gran cantidad de anuncios publicitarios que transmite la televisión y otros medios masivos de comunicación y detrás de los cuales están los intereses políticos y económicos de empresas multinacionales (Thompson, 2003; Patel, 2008).

Por otra parte, también cabe la posibilidad de que estos individuos con mayor adiposidad abdominal sean más sedentarios y tengan un mayor consumo de alcohol y de tabaco. De hecho, el hábito frecuente de comprar y consumir alimentos hipercalóricos junto con cigarrillos y alcohol no solo se registra en jóvenes universitarios que llevan estilos de vida más sedentarios (Ponce et al., 2011; Ríos, 2015; Maldonado-Gómez et al 2017; Trujillo-Hernández et al., 2010), sino también, entre individuos hombres, de edad mayor y con ingresos económicos más altos (Smith y Goldman, 2007).

Esto último concuerda con los resultados del análisis de correlación que venimos comentando: el diagrama de dispersión de la figura 5 señala que hay hombres que se mantienen con valores relativamente altos de ICC sin importar si cuentan con

una mayor o una menor herencia indígena y al parecer también sin importar si son jóvenes universitarios o individuos que por su ocupación (profesional independiente, empleado de gobierno y profesor, entre otros), deducimos que son comparativamente más grandes de edad y quizá también que cuentan con mayores ingresos económicos¹⁶.

Aunque en el presente estudio tampoco se analizó información con respecto a la actividad física y el consumo de alcohol y tabaco, si se contó con información acerca de diferentes indicadores del estatus socioeconómico. La posible relación que tienen estos indicadores socioeconómicos (y otras variables demográficas y biodemográficas como la edad y la ancestría genética) con la variación del peso corporal, se evaluó por medio de un análisis de regresión lineal múltiple.

5.1.5. Regresión lineal múltiple

Los resultados de este análisis de regresión lineal múltiple sugieren que en comparación con indicadores como el ingreso económico y el grado de estudio, otras variables como la herencia indígena y sobre todo la edad predicen mejor la acumulación (IMC) y la distribución de la adiposidad (ICC e ICE) en nuestro grupo de estudio.

Con respecto a la edad, los resultados anteriores concuerdan con lo esperado, sobre todo si consideramos que entre los principales cambios que ocurren con la edad se encuentran la disminución del tejido muscular y el aumento de la masa grasa (Boneva-Asiova y Boyanov, 2011; St-Onge y Gallagher, 2010; Gómez-Cabello et al., 2012). En cuanto a la ancestría genética, el hecho de que el componente indígena al parecer explique mejor la variación de la adiposidad central y periférica observada (ver tabla 7), es contrario a lo esperado, en especial si consideramos que otros factores de tipo económico y sociocultural (como las desventajas sociales, el estrés psicosocial o el acceso a servicios médicos

¹⁶ Esto además concuerda con lo que observe como parte del equipo que se encargó de la recolección de datos en el proyecto Candela-México: además de estudiantes de las diferentes licenciaturas de la ENAH, entre los individuos participantes también había estudiantes de posgrado, profesores investigadores y personal administrativo de la escuela.

adecuados, entre otros) probablemente contribuyen en mayor proporción a la variación de la adiposidad (Albuquerque et al., 2015; Cheung y Mao, 2012).

En este sentido, queremos discutir otra posible explicación del porqué, a diferencia de otras variables socioeconómicas, la herencia indígena parece tener una mayor influencia en la acumulación y la distribución de la adiposidad. Probablemente esto se debe a que para dar cuenta de la composición genética de los individuos, en las estimaciones de mestizaje se asumen modelos (basados en diferentes tipos de evidencia disponible: arqueológica, histórica y demográfica, entre otras) que reflejen lo mejor posible las dinámicas de interacción sociocultural que han ocurrido entre diversos grupos humanos a lo largo de la historia y que han dado origen a diferentes poblaciones (Chakraborty, 1986; Sans, 2000). Es decir que en los estudios en los que se utilizan estimaciones de mestizaje con diferentes propósitos (como estimar el aporte de la genética en la obesidad), es todo un reto intentar disgregar la relación que hay entre el acervo genético y los aspectos históricos, culturales, comportamentales y sociales de los individuos (Fernández et al., 2013; Florez et al., 2009).

Por otra parte, aunque en el caso del ingreso económico y el grado de estudio la mayoría de los valores de correlación obtenidos no fueron estadísticamente significativos, nos interesa comentar dos tendencias claras de asociación y contrastar estas tendencias con los resultados de otros estudios.

En primer lugar, encontramos que tanto los hombres de estatus socioeconómico alto (definido por el índice de riqueza) como los hombres de estatus socioeconómico bajo (definido por el grado de estudio) tienden a acumular mayores niveles de grasa corporal. Por otro lado, únicamente las mujeres con un nivel socioeconómico bajo (menor índice de riqueza y menor escolaridad), cuentan con mayores niveles de acumulación de grasa; de hecho, entre el índice de riqueza y la adiposidad abdominal (ICC) los valores de correlación si fueron estadísticamente significativos: $\beta=-0.094$; $p=0.009$ (tabla 7).

5.1.6. Extremos de la variación del ICC

Los resultados anteriores son similares a los obtenidos en el análisis de los extremos de la variación del ICC, principalmente en el caso de los hombres: tomando en cuenta el grado de estudio y la ocupación, se aprecia una tendencia de mayor adiposidad abdominal tanto en hombres de estatus socioeconómico bajo (figura 11c y e) como en hombres de estatus socioeconómico alto (figura 11d y f); mientras que en las mujeres, al utilizar estos mismos indicadores (grado de estudio y ocupación) no solo se aprecia una tendencia de mayor adiposidad abdominal en las mujeres de nivel socioeconómico bajo (figura 12c y e) –como se observa en la prueba de regresión lineal que acabamos de mencionar–, sino también, en las mujeres de nivel socioeconómico alto (figura 12).

Con todo y las limitaciones que pueden tener los resultados de las dos pruebas estadísticas anteriores (regresión lineal múltiple y extremos de la variación del ICC), dichos resultados son relevantes ya que informan acerca las relaciones que existen entre las condiciones sociales y los niveles de acumulación de grasa en la muestra de población mexicana bajo estudio.

La tendencia de mayor acumulación de grasa en personas de posición socioeconómica tanto alta como baja, concuerda con lo ya reportado en otros países de economía creciente (Dinsa et al., 2012), en donde la carga o afectación de la obesidad pasa de las personas más ricas a las personas de menor posición socioeconómica. Este cambio probablemente se debe a modificaciones en los patrones de alimentación y de actividad física asociados al desarrollo económico de los países.

Es decir que con el desarrollo económico desaparecen los factores que protegen a las personas de menos recursos contra la obesidad. En otras palabras, desaparece la escasez de alimentos (o bien, se modifican las prácticas de alimentación) y se reduce el gasto energético en las personas pobres. De hecho, datos de la ENSANUT 2006 (examinados por Gaona-Pineda et al., 2018) mostraron que el consumo de frutas y verduras era menor en la región norte y en población con mas bajo nivel de bienestar (medido con variables de características de la vivienda y

posesión de enseres domésticos). Por otra parte, en los países en desarrollo de igual forma se observa que las personas con mejores condiciones socioeconómicas tienen mayor probabilidad de consumir alimentos más sanos y conservar valores culturales relacionados al cuidado del cuerpo como símbolo de estatus social (Figueroa, 2009; García-García et al., 2008).

Antes de terminar con la discusión de los resultados, queremos mencionar algunas de las limitaciones del presente trabajo de investigación. Primero, el grupo de individuos examinado no constituye una muestra representativa de la población mexicana, lo cual se debe a que en el proyecto Candela-México se dio prioridad a estudiantes y personal académico y administrativo de la ENAH. Es decir, se llevó a cabo un muestreo por conveniencia, el cual es importante considerar al momento de interpretar resultados y generar conclusiones. Por otra parte, como ya mencionamos en el apartado de materiales y métodos utilizados en la investigación, las mediciones antropométricas del peso, la estatura y los perímetros de la cintura y la cadera se registraron por encima de la ropa que los participantes utilizan de manera cotidiana, lo que probablemente influye en la precisión de los datos antropométricos recolectados y por consiguiente, en el cálculo de los índices de adiposidad utilizados.

5.2. Conclusiones

Por medio de la aplicación de diferentes pruebas estadísticas, en esta investigación se comprobó que tanto la acumulación como la distribución de la grasa corporal son variables en función de distintas características biológicas y sociales.

Aunque varias de estas pruebas estadísticas sugieren una mayor influencia de la herencia genética indígena sobre la variación de la adiposidad, consideramos que hasta que no se tenga un mejor conocimiento de las variantes genéticas asociadas a esta característica corporal en diferentes poblaciones –y de que tanto estas variantes genéticas pueden estar relacionadas, además, con la expresión de otras características fenotípicas–, no es posible corroborar estos resultados. Tampoco podemos decir que dichas variantes genéticas determinen por completo el rápido

incremento en el número de personas con obesidad común que se registra actualmente en México y otros países a nivel mundial. No obstante, la posibilidad de identificar variantes nuevas asociadas a la adiposidad no deja de ser interesante, sobre todo si esto ayuda a reducir las diferencias en salud que existen entre individuos de diferente nivel socioeconómico y que pertenecen a la población mexicana.

Por otra parte, comprobamos que en los estudios en los que se analiza la variación de la adiposidad, además de considerar características demográficas como el sexo y el grupo de edad, también es útil incorporar información acerca de las condiciones socioeconómicas de las personas estudiadas. En este sentido, el presente estudio contribuye a identificar posibles indicios de un cambio en el que los niveles excesivos de grasa comienzan a afectar también a las personas de menor nivel socioeconómico en México. Este cambio en la afectación de la adiposidad u obesidad tiene implicaciones importantes para la salud pública, no solo por la relación que existe entre la obesidad y distintas enfermedades crónicas no transmisibles, sino también, por la evidencia creciente que señala a las personas obesas como uno de los grupos con mayor riesgo de enfermar y morir por la infección respiratoria conocida como SARS-CoV-2 o COVID-19.

Considerando lo anterior, podemos decir que el presente estudio contribuye a los estudios antropológicos de la adiposidad, en el sentido de que en él se analiza cómo es que esta característica corporal compleja se relaciona no solo con la composición genética sino también, con el contexto de desigualdad social y económica en el que históricamente se encuentra la mayor parte de la población mexicana. Dicho de otra manera, consideramos que los niveles de acumulación de grasa observados actualmente en la comunidad universitaria de la ENAH, probablemente se explican mejor como resultado de las diferencias sociales y económicas de las personas que integran dicha comunidad universitaria, diferencias que pueden influir en aspectos cotidianos como el tipo de alimentación, la cantidad de actividad física realizada, el consumo de alcohol y de tabaco, el tiempo de traslado del hogar a la escuela y viceversa e incluso la cantidad de horas de sueño.

6. Bibliografía

- Acosta, E. (2012). Obesidad, tejido adiposo y resistencia a la insulina. *Acta Bioquim Clín Latinoam*, 46(2): 183-184. <https://www.redalyc.org/pdf/535/53523257003.pdf>
- Acuña-Alonzo, V., Flores-Dorantes, T., Kruit, J. K., Villareal-Molina, T., Arellano-Campos, O. y Hunemeier, T. (2010). A functional ABCA1 gene variant is associated with low HDL-cholesterol levels and shows evidence of positive selection in Native Americans. *Hum Mol Genet*, 19(14):2877-2885. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2893805/pdf/ddq173.pdf>
- Aguilar-Ye, A., Pérez-López, D., Rodríguez-Guzmán, L. M., Hernández-Cruz, S. L., Jiménez-Guerra, F. y Rodríguez-García, R. (2010). Prevalencia estacionaria de sobrepeso y obesidad en universitarios del sur de Veracruz, México. *Medicina Universitaria*, 12(46):24-28. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-universitaria-304-articulo-prevalencia-estacionaria-sobrepeso-obesidad-universitarios-X1665579610504399>
- Albuquerque, E., Stice, E., Rodriguez-Lopez, R., Manco, L. y Nóbrega, C. (2015). Current review of genetics of human obesity: from molecular mechanisms to an evolutionary perspective. *Mol Genet Genomics*, 290(4):1191-221. https://core.ac.uk/reader/151538148?utm_source=linkout
- Almeda-Valdes, P, Aguilar-Salinas, C. A., Canizales-Quinteros, S. y Méndez-Sánchez, N. (2016). Impact of anthropometric cut-off values in determining the prevalence of metabolic alterations. *Eur J Clin Invest*, 46(11):940-946. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/eci.12672>
- Ashwell, M., Gunn, P. y Gibson, S. (2012). Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: Systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 13(3):275-86. <http://ashwell.uk.com/images/2012%20Ashwell%20Gunn%20and%20Gibson%20%20Ob%20Revs.pdf>

- Barquera, S., Campos-Nonato, I., Hernández-Barrera, L., Flores, M., Durazo-Arvizu, R., Kanter, R. y Rivera, J. (2009). Obesity and central adiposity in Mexican adults: results from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública Mex.* 51 Suppl 4:S595-603. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/4936/4784>
- Barquera, S. y Tolentino, L. (2005). Geografía de las enfermedades asociadas con la nutrición en México: una perspectiva de transición epidemiológica. *Pap. poblac*, 11(43): 133-148. <http://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v11n43/v11n43a6.pdf>
- Barrera, R. I. (2017). Genes asociados a la obesidad en población mexicana (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México: México.
- Bellisari, A. (2008). Evolutionary origins of obesity. *Obes Rev*, 9(2):165-80. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-789X.2007.00392.x>
- Benach, J. y Muntaner, C. (2005). Aprender a mirar la salud. Cómo la desigualdad social daña nuestra salud. Maracay, Venezuela: Instituto de Altos Estudios en Salud Pública.
- Boneva-Asiova, Z. y Boyanov, M. (2011). Age-related changes of body composition and abdominal adipose tissue assessed by bio-electrical impedance analysis and computed tomography. *Endocrinol Nutr*, 58(9): 472-447. <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-pdf-S1575092211002798>
- Browning, L. M., Hsieh, S. D. y Ashwell, M. (2010). A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*, 23, 247-269. <https://www.cambridge.org/core/journals/nutrition-research-reviews/article/systematic-review-of-waisttoheight-ratio-as-a-screening-tool-for-the-prediction-of-cardiovascular-disease-and-diabetes-05-could-be-a-suitable-global-boundary-value/A65EC8CCE2A120C247F82C5074C24C7D>

- Brewis, A. (2003). Biocultural Aspects of Obesity in Young Mexican Schoolchildren. *Am J Hum Biol*, 15(3):446-60. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajhb.10161>
- Buttenheim, A. M., Wong, R., Goldman, N. y Pebley, A. R. (2010). Does social status predict adult smoking and obesity? Results from the 2000 Mexican National Survey. *Glob Public Health*, 5(4):413-26. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873100/pdf/nihms112653.pdf>
- Campillo, J. E. (2015). El mono obeso. La evolución humana y las enfermedades de la opulencia: obesidad, diabetes, hipertensión, dislipemia y aterosclerosis. México: Crítica.
- Canizales-Quinteros, S. (2008). Aspectos genéticos de la obesidad humana. *Rev Endocrinol Nutr*, 16(1): 9-15. <https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2008/er081c.pdf>
- Castrejón, J. L. y Troncoso, D. (2009). Estadística para Antropólogos Físicos. Recuperado el 24 de agosto de 2017 de <https://sites.google.com/site/estadisticaantropologiafisica/>
- Chacón-Duque, J.-C., Adhikari, K., Fuentes-Guajardo, M., Mendoza-Revilla, J., Acuña-Alonso, V., Barquera, R., et al. (2018). Latin Americans show widespread *Converso* ancestry and imprint of local Native ancestry on physical appearance. *Nat Commun*, 9(1):5388. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07748-z.pdf>
- Chakraborty, R. (1986). Gene admixture in human populations: Models and predictions. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 29: 1-43. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ajpa.1330290502>
- Cheung, W. W. y Mao, P. (2012). Recent Advances in Obesity: Genetics and Beyond. *ISRN Endocrinol*, 2012:536905. <https://downloads.hindawi.com/archive/2012/536905.pdf>

- Daniel, W. W. (1991). *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. México: Limusa.
- Desigualdades en México. El Colegio de México. 2018; México. <https://desigualdades.colmex.mx/informe-desigualdades-2018.pdf>
- Dickinson, F., Velentín, G., Ávila, M. L., Rubio, E. y Sauri, M. (2003). Condiciones sociales y características somáticas selectas de adolescentes de ambos sexos en la ciudad de Mérida, México. *Est. Antrop. Biol.*, XI:157-174. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/43146/39169>
- Diego, A. B., y Trejo, M. (2017). *Obesidad: Cambios y trastornos en los Patrones Alimenticios de México tras la firma del TLCAN (1993-2015)* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México: México.
- Dinsa, G. D., Goryakin, Y., Fumagalli, E. y Suhrcke, M. (2012). Obesity and socioeconomic status in developing countries: a systematic review. *Obes Rev*, 13(11):1067-79. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-789X.2012.01017.x>
- Ecnoyan, G. (2006). A history of obesity, or how what was good became ugly and then bad. *Adv Chronic Dis*, 13(4):421-7. [https://www.ackdjournal.org/article/S1548-5595\(06\)00106-6/fulltext](https://www.ackdjournal.org/article/S1548-5595(06)00106-6/fulltext)
- ENSANUT. Secretaria de Salud. 2012; México. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2012/doctos/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- ENSANUT. Secretaria de Salud. 2018; México. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
- Everardo, P. (2016). *Variación en los fenotipos de pigmentación y el mestizaje en México* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México: México.

- Fernández, J. R., Pearson, K. E., Kell, K. P., Bohan, M. M. (2013). Genetic Admixture and obesity: recent perspectives and future applications. *Hum Hered*, 75(0).
<https://www.karger.com/Article/Pdf/353180>
- Fernández, J. R. y Shiver, M. D. (2004). Using Genetic Admixture to Study the Biology of Obesity Traits and to Map Genes in Admixed Populations. *Nutr Rev*, 62(7 Pt 2):S69-74.
https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/62/suppl_2/S69/1812433
- Figueroa, D. (2005). Obesidad y Pobreza: marco conceptual para su análisis en Latinoamérica. *Saúde Soc*, 18(1):103-117.
<https://www.scielo.br/pdf/sausoc/v18n1/11.pdf>
- Fiatarone, M. A. (2002). Benefits of exercise and dietary measures to optimize shifts in body composition with age. *Asia Pacific J Clin Nutr*, 11 Suppl 3:S642-52.
<http://apjcn.nhri.org.tw/server/APJCN/11%20Suppl%203//S642.pdf>
- Fritz-Hernández, J. (2018). Asociación entre origen ancestral y bajos niveles de HDL en una población con alto mestizaje [versión electrónica], *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/origen-ancestral-niveleshdl.html>
- Florez, J. C., Price, A. L., Campbell, D., Riba, L., Parra, M. V. y Yu, F. et al. (2009). Strong association of socioeconomic status with genetic ancestry in Latinos: implications for admixture studies of type 2 diabetes. *Diabetologia*, 52:1528-1536. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00125-009-1412-x.pdf>
- García-García, E., De la Llata-Romero, M., Kaufer-Horwitz, M., Tusié-Luna, M., Calzada-León, R., Vázquez-Velázquez, V. y Barquera-Cervera, S. (2008). La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. *Salud pública*, 50(6):530-547.
<https://scielosp.org/pdf/spm/2008.v50n6/530-547/es>
- Gómez-Cabello, A., Rodríguez, G. V., Vola-Maldonado, S., Casajús, J. A. y Ara, I. (2012). Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en

- España. Nutr Hosp, 27(1): 22-30.
http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/04_reivison_03.pdf
- González-Villalpando, C., Lisci, É. y Villalpando, E. (1997). Análisis de la distribución de grasa corporal y obesidad en población adulta de la Ciudad de México. Est. Antrop. Biol., VI: 225-237.
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/42733/38824>
- González, E. (2011). Genes y obesidad: una relación de causa-consecuencia. Endocrinol Nutr, 58(9): 492-496. <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-pdf-S1575092211002427>
- González, M. y Medina, L. (2015). Alicia en el país de las estadísticas con R y Excel. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Goryakin, Y. y Suhrcke, M. (2014). Economic development, urbanization, technological change and overweight: What do we learn from 244 Demographic and Health Surveys?. Econ Hum Biol, 14:109-27.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24457038/>
- Grarup, N., Sandholt, C. H., Hansen, T. y Pedersen, O. (2014). Genetic susceptibility to type 2 diabetes and obesity: from genome-wide association studies to rare variants and beyond. Diabetologia, 57(8):1528-41.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00125-014-3270-4.pdf>
- Hall, G. y Padrinós, H. A. (2005). Los pueblos indígenas de América Latina. Finanzas y desarrollo, diciembre de 2005.
<https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Los%20pueblos%20ind%C3%ADgenas%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf>
- Henneberg, M. y Grantham, J. (2014). Obesity – a natural consequence of human evolution. Anthropological Review, 77(1).
https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/97590/2/hdl_97590.pdf
- Jobling, M. A., Hurles, M. E. y Tyler-Smith, C. (2013). *Human Evolutionary Genetics: Origins, Peoples and Disease*. Oxfordshire, Reino Unido: Garland Science.

- Jou, C. (2014). The Biology and Genetics of Obesity. A Century of Inquiries. *N Engl Med*, 370;20. <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmp1400613>
- Kapit, W. y Elson, L. M. (2005). Anatomía cromodinámica. Atlas anatómico para colorear. México: Fernández Editores.
- Klimentidis, Y. C., Miller, G. F. y Shriver, M. D. (2009). The Relation Between European Genetic Admixture and Body Composition Among Hispanics and Native Americans. *Am J Hum Biol*, 21(3):377:82. <https://static1.squarespace.com/static/58e2a71bf7e0ab3ba886cea3/t/58ebec8bff7c50a12c00fe26/1491856525844/2009+european+admixture.pdf>
- León-Mimila, P. (2011). *Contribución de variantes comunes asociadas a la obesidad identificadas a través de escrutinios del genoma completo: estudio en población adulta, infantil e indígena mexicana* (tesis de maestría). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- León-Mimila, P., Villamil-Ramírez, H., Villalobos-Comparán, M., Villareal-Molina, T., Romero, S, López-Contreras, B. et al. (2013). Contribution of Common Genetic Variants to Obesity and Obesity-Related Traits in Mexican Children and Adults. *PLoS One*, 8(8):e70640. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3738539/pdf/pone.0070640.pdf>
- León-Mimila, P. (2017). *Contribución de variantes genéticas comunes a la obesidad y sus complicaciones en población mexicana* (tesis de doctorado). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lewontin, R. C. (2000). Genes, organismo y ambiente. Barcelona: Gedisa.
- Lopes, N. (2009). Current Connections Between Genetics and Obesity. Recuperado el 18 de junio de 2019 de <http://digitalcommons.lmu.edu/ulra/awards/2009/2>
- Lumish, H. S., O'Reilly, M. y Reilly, M. P. (2020). Sex Differences in Genomic Drivers of Adipose Distribution and Related Cardiometabolic Disorders. Opportunities for Precision Medicine. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 40:45-60.

- Maldonado-Gómez, A. R., Gallegos-Torres, R. M., García-Aldeco, A. y Hernández-Segura, G. A. (2017). Epidemiología de sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios de Chilpancingo, Guerrero. *RICS*, 6(12). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6152139>
- Martinez, A. (2017). La consolidación del ambiente obesogénico en México. *Estudios Sociales*, 50:1-32. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572017000200006
- Martinez-Marignac, V. L., Valladares, A., Cameron, E., Chan, A., Perera, A. y Globus-Goldberg, R. (2007). Admixture in Mexico City: implications for admixture mapping of Type 2 diabetes genetic risk factors. *Hum Genet*, 120(6):807-19. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17066296/>
- Montanero, J. y Minuesa, C. (2018). *Estadística básica para Ciencias de la Salud*. España: Universidad de Extremadura.
- Montesi, L. (2017). La diabetes como metáfora de vulnerabilidad. El caso de los ikojts de Oaxaca [versión electrónica], *Rev pueblos y front digit* 12(23). Recuperado el 27 de enero de 2019, de <http://www.pueblosyfronteras.unam.mx/index.php/index.php/pyf/article/view/287>
- Moreno-Altamirano, L., García-García, J. J., Soto-Estrada, G., Capraro, S. y Limón-Cruz, D. (2014). Epidemiología y determinantes sociales asociados a la obesidad y la diabetes tipo 2 en México. *Rev Med Hosp Gen Mex*, 77(3):114-123. <https://www.elsevier.es/en-revista-revista-medica-del-hospital-general-325-pdf-S0185106314000067>
- Murray, R. K., Bender, D. A., Botham, K. M., Kenelly, P. J., Rodwell, V. W. y Weil, P. A. (2010). Harper. *Bioquímica ilustrada*. México: McGraw-Hill.
- Nassir, R., Qi, L., Kosoy, R., Garcia, L., Allison, M., Och-Balcom, H. M. et al. (2014). Relationship between adiposity and admixture in African-American and Hispanic-American women. *Int J Obes*, 36(2):304-13.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3137678/pdf/nihms279007.pdf>

Nelson, D., L. y Cox, M., M. (2009) Lehninger, principios de bioquímica. España: Ediciones Omega.

Norgan, N., G. (1997). The beneficial effects of body fat and adipose tissue in humans. In *J Obes Relat Disord*, 21(9): 738-46.
<https://www.nature.com/articles/0800473.pdf?origin=ppub#:~:text=Work%20metabolism%2C%20bone%20health%20and,to%20fat%20content%20and%20distribution.>

Organización Mundial de la Salud (OMS) (1998). *Obesidad: prevención y manejo de la epidemia mundial*.
https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/

Organización Mundial de la Salud (2011). Informe de la circunferencia de la cintura y la relación cintura cadera una consulta de expertos de la OMS.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241501491>

O'Sullivan, A. J. (2009). Does oestrogen allow women to store fat more efficiently? A biological advantage for fertility and gestation. *Obes Rev*, 10(2):168-77.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-789X.2008.00539.x>

Patel, R. (2008). *Obesos y famélicos. El impacto de la globalización en el sistema alimentario mundial*. Barcelona: Los libros del lince, s. l.

Perez, C., McMunn, A., Rivera, J. A. y Brunner, E. (2014). Educational Inequalities in Obesity among Mexican Women: Time Trends from 1988 to 2012. *PLoS ONE*, 9(3): e90195.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0090195>

Ponce, G., Ruiz, J., Magaña, A., Arizona, B. y Mayagoitia, J. de J. (2011). Obesidad y factores de riesgo en estudiantes del área de la salud de la Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali. *Rev Salud Publica Nutr*, 12(4).
<https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2011/spn114f.pdf>

- Popkin, B. (2004). La transición nutricional y el cambio mundial hacia la obesidad. *Diabetes Voice*, 49 (3).
- Popkin, B. Gordon-Larsen, P. (2004). The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *Int Obes Relat Metab Disord*, 28, s2-9. <https://www.nature.com/articles/0802804.pdf>
- Ramos, N., Ortiz, L. y Ferreyra, L. (2011). Exactitud de las medidas de adiposidad para identificar síndrome metabólico y sus complicaciones. *Med Int Mex*, 27(3):244-252. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2011/mim113f.pdf>
- Rao, K. R., Nirupama Lal y Giridharan, N. V. (2014). Genetic and epigenetic approach to human obesity. *Indian J Med Res*, 140(5):589-603. https://www.ijmr.org.in/temp/IndianJMedRes1405589-1636073_043240.pdf
- Rios (2015). Estilo de vida y obesidad en estudiantes universitarios: una mirada con perspectiva de género. *Alternativas en Psicología*, XVIII, 87-100. <https://alternativas.me/21-numero-especial-de-genero-mayo-2015/93-estilo-de-vida-y-obesidad-en-estudiantes-universitarios-una-mirada-con-perspectiva-de-genero>
- Rotimi, C. N. y Jorde, L. B. (2010). Ancestry and Diseases in the Age of Genomic Medicine. *N Engl J Med*, 363(16):1551-8. <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMra0911564?articleTools=true>
- Ruderman, A., Pérez, L. O., Adhikari, K., Navarro, P., Ramallo, V. y Gallo, C. (2019). Obesity, genomic ancestry, and socioeconomic variables in Latin American mestizos. *Am J Hum Biol*, 31(5):e23278. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajhb.23278>
- Ruiz-Linares, A., Adhikari, K., Acuña-Alonzo, V., Quinto-Sanchez, M., Jaramillo, C., Arias, W. et al. (2014). Admixture in Latin America: Geographic Structure, Phenotypic Diversity and Self-Perception of Ancestry Based on 7,342 Individuals. *PLoS Genet*, 10(9): e1004572.

<https://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1004572>

- Salzano, F. M. y Sans, M. (2014). Interethnic admixture and the evolution of Latin American populations. *Genet Mol Biol*, 37(1 Suppl):151-170. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3983580/pdf/gmb-37-151.pdf>
- Sandoval, A. (1985). Estructura corporal y diferenciación social. Un estudio en adultos jóvenes de la ciudad de México. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sans, M. (2000). Admixture studies in Latin America: from the 20th to the 21st Century. *Hum. Biol.*, 72 (1): 155-177. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10721616/>
- Schleinitz, D., Böttcher, Y., Blüher, M. y Kovacs, P. (2014). The genetics of fat distribution. *Diabetologia*, 57(7):1276-86. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00125-014-3214-z.pdf>
- Serrano, C., Monsalve, T. y Isaza, J. (2015). Crecimiento, nutrición y contextos socioculturales en escolares de Maltrata y Orizaba, Veracruz. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Smith, K. V. y Goldman, N. (2007). Socioeconomic differences in health among older adults in Mexico. *Soc Sci Med*, 65(7):1372-85. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277953607002857?via%3Dihub>
- Speakman, J., R. (2013). Evolutionary Perspectives on the Obesity Epidemic: Adaptative, Maladaptative, and Neutral Viewpoints. *Annu Rev Nutr*, 33:289-317. https://www.abdn.ac.uk/energetics-research/publications/pdf_docs/368.pdf
- Speakman, J., R. y O'Rahilly, S. (2012). Fat: an evolving issue. *Dis Model Mech*, 5(5): 569-73. <https://dmm.biologists.org/content/dmm/5/5/569.full.pdf>
- St-Onge, M.-P. y Gallagher, D. (2010). Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient

oxidation? Nutrition, 26(2):152-5.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2880224/pdf/nihms201762.pdf>

Stunkard, A. J. (2000). Factores determinantes de la obesidad: opinión actual. En: M. Peña y J. Bacallao (eds.), *La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para la salud pública* (pp. 27-32). Washington, D.C.: OPS.

Stryjecki, C., Alyass, A. y Meyre, D. (2018). Ethnic and population differences in the genetic predisposition to human obesity. *Obes Rev*, 19(1): 62-80.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/obr.12604>

Sweeney, C. Wolff, R. K., Byers, T. Baumgartner, K. B., Giuliano, A. R. y Herrick, et al. (2007). Genetic admixture among Hispanics and candidate gene polymorphisms: potential for confounding in breast cancer study? *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 16:142-150.
<https://cebp.aacrjournals.org/content/16/1/142.full-text.pdf>

Swinburn, B. A., Sacks, G., Hall, K. D., McPherson, K., Finegood, D. T. y Moodie, M. L. (2011). The global obesity pandemics: shaped by global drivers and local environments. *Lancet*, 378(9793):804-14.
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(11\)60813-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(11)60813-1/fulltext)

Tang, H., Jorgenson, E., Gadde, M., Kardia, S., Rao, D. C., Zhu, X., Schork, N., Hanis, C. y Risch, N. (2006). Racial admixture and its impact on BMI and blood pressure in African and Mexican Americans. *Hum Genet*, 119:624-633.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00439-006-0175-4>

Tejero, E. (2008). Genética de la obesidad. *Biol Med Hosp Infant Mex*, 65: 441-450.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v65n6/v65n6a5.pdf>

Thompson, J. B. (1993). *Ideología y cultura moderna. Teoría crítica social en la era de la comunicación de masas*, México: UAM–Xochimilco.

Trujillo-Hernández, B., Vásquez, C., Almanza-Silva, J. R., Jaramillo-Virgen, M. A., Mellin-Landa, T. E. y Valle-Figueroa, O. B. (2010). Frecuencia y factores de

- riesgo asociados a sobrepeso y obesidad en universitarios de Colima, México. Rev salud pública, 12(2):197-207.
<https://scielosp.org/pdf/rsap/2010.v12n2/197-207/es>
- Ulijaszek, S., J. y Lofink, H. (2006). Obesity in Biocultural Perspective. Annu Rev Antropol, 35:337-60.
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123301?journalCode=anthro>
- Valeggia, C. R. y Snodgrass, J. J. (2015). Health of Indigenous Peoples. Annu Rev Anthropol, 44:117-35.
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-anthro-102214-013831>
- Van der Klaauw, A. A. y Farooqi, I. S. (2015). The Hunger Genes: Pathways to Obesity. Cell, 161(1):119-132.
<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0092-8674%2815%2900261-5>
- Villalobos-Comparán, M. (2012). *Identificación de polimorfismos en los genes FTO, MC4R y PCSK1 asociados a la obesidad en la población mexicana* (tesis de doctorado). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villalobos-Comparán, M., Flores-Dorantes, M. T., Villareal-Molina, M. T., Rodríguez-Cruz, M., García-Ulloa, A. C. y Robles, L. et al. (2008). The *FTO* Is Associated With Adulthood Obesity in the Mexican Population. Obesity, 16(10):2296-301.
- Wells, J., C. (2007). Sexual dimorphism of body composition. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 21(3):415-30.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1521690X07000371?via%3Dihub>
- Wells, J., C. (2006). The evolution of human fatness and susceptibility to obesity: an ethological approach. Biol Rev Camb Philos Soc, 81(2):183-205.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1017/S1464793105006974>

- Wells, J., C. (2012). The evolution of human adiposity and obesity: where did it all wrong?. *Dis Model Mech*, 5(5):595-607. <https://dmm.biologists.org/content/dmm/5/5/595.full.pdf>
- Wen, W., Kato, N., Hwang J., Gou, X., Tabara, Y., Li, H. et al. (2016). Genome-wide association studies in East Asian identify new loci for waist-hip ratio and waist circumference. *Sci Rep*, 6:17958. <https://www.nature.com/articles/srep17958.pdf>
- Williams, R. C., Long, J. C., Hanson, R. L., Sievers, M. L. y Knowler, W. C. (2000). Individual estimates of European genetic admixture associated with lower body-mass index, plasma glucosa, and prevalence of type 2 diabetes in Pima Indians. *Am J Hum Genet*, 66:527-538. <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0002-9297%2807%2963427-2>
- Zaldivar, M. (2014). *Nivel socioeconómico y su relación en la génesis de la obesidad* (trabajo de investigación de especialidad). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Zihlman, A., L. y Bolter, D., R. (2015). Body composition in *Pan paniscus* compared with *Homo sapiens* has Implications for changes during human evolution. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 112(24):7466-71. <https://www.pnas.org/content/pnas/112/24/7466.full.pdf>
- Ziv, E., Johon, E. M., Choudhry, S., Kho, J., Lorizio, W., Perez-Stable, E. J. y Burchard, E. G. (2006). Genetic ancestry and risk factors for breast cancer among Latinas in the San Francisco Bay Area. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 15:1878-1885. <https://cebp.aacrjournals.org/content/15/10/1878.full-text.pdf>