



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD MÉRIDA

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA HUMANA

Proporcionalidad y distribución de grasa corporales en
niños de 6 a 8 años de edad en Mérida, Yucatán.

Tesis que presenta:

Carlos Alonso Vázquez Gómez

Para obtener el grado de:

Maestro en ciencias
en la especialidad de Ecología Humana

Directores:

Dra. María Luisa Ávila Escalante

Dr. Federico Horacio Dickinson Bannack

Mérida, Yucatán, México

Septiembre de 2017

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	6
Proporcionalidad corporal y su relación con las condiciones ambientales	6
LRP: marcador biológico de condiciones ambientales	10
Relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad.....	12
4. OBJETIVOS	22
5. METODOLOGÍA.....	23
Lugar de estudio.....	23
Participantes	23
Recolección de los datos y fuentes de información.....	26
Caracterización de las variables directas y derivadas.....	31
Análisis estadístico.....	37
Consideraciones éticas	39
6. RESULTADOS	40
Descripción general de la muestra.....	40
Características socioeconómicas de la muestra	40
Características biológicas de los niños estudiados	43
Proporcionalidad corporal y su relación con las condiciones ambientales	47
Relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad.....	52
7. DISCUSIÓN.....	57
Características biológicas de los niños estudiados	58
Proporcionalidad corporal y su relación con las condiciones ambientales	60
Relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad.....	70
8. CONCLUSIONES.....	77

9. BIBLIOGRAFÍA.....	79
10. ANEXOS.....	88
Anexo 1. Cédula antropométrica	88
Anexo 2. Cuestionario de condiciones socioeconómicas familiares	89
Anexo 3. Clasificación del estado biológico de los participantes de acuerdo a indicadores de nutrición	91
Anexo 5. Procedimiento de selección de los modelos múltiples	93
Anexo 6. Modelo de regresión lineal múltiple de largo relativo de pierna (%)	103

Lista de figuras

Figura 1. Localización de las escuelas primarias en Mérida	25
Figura 2. Condición de salud de los niños, del nacimiento a la fecha de estudio, reportada por la madre, por largo relativo de pierna, en porcentaje.	52
Figura 3. Dispersión del porcentaje de grasa corporal sobre el largo relativo de pierna (LRP)	54
Figura 4. Puntajes z de talla, largo de pierna, circunferencia de cintura, suma de pliegue tricipital + subescapular y pliegue suprailíaco por sexo.	75

Lista de tablas

Tabla 1. Principales estudios transversales que reportan relación.....	14
Tabla 2. Principales estudios que reportan relación/asociación	16
Tabla 3. Variables antropométricas directas y derivadas, de condiciones socioeconómicas y de vivienda y biológicas de la infancia	32
Tabla 4. Puntos de corte para las categorías del estado nutricional	35
Tabla 5. Conformación de la muestra por sexo, edad y largo relativo de pierna (LRP). 40	
Tabla 6. Tenencia de la casa por largo relativo de pierna (LRP), en porcentaje (n).....	40
Tabla 7. Condiciones de sanidad por largo relativo de pierna (LRP), en porcentaje (n)	41
Tabla 8. Condiciones de hacinamiento de las viviendas, en porcentaje (n)	42
Tabla 9. Material de las viviendas por largo relativo de pierna (LRP), en porcentaje (n)	42
Tabla 10. Porcentaje (n) de familias (n=260) que reportaron poseer bienes muebles por largo relativo de pierna (LRP)	43
Tabla 11. Estudio de la madre, en porcentaje (n)	43

Tabla 12. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y diferencias estadísticas (ANOVA de un factor) de características de crecimiento y proporcionalidad corporal, por grupo de edad	44
Tabla 13. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y diferencias estadísticas (ANOVA de un factor) de características de adiposidad, por grupo de edad	46
Tabla 14. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y diferencias estadísticas (t de Student y ANOVA de un factor) de características de crecimiento y proporcionalidad corporal, por grupos de condición socioeconómica (CSE).....	48
Tabla 15. Modelo de regresión lineal múltiple de talla (pz).....	49
Tabla 16. Modelo de regresión lineal múltiple de largo de pierna (pz)	50
Tabla 17. Modelo de regresión lineal múltiple de largo relativo de pierna (pz)	51
Tabla 18. Correlaciones entre talla (pz) e indicadores de adiposidad	53
Tabla 19. Correlaciones entre largo relativo de pierna (LRP) en puntaje z e indicadores de adiposidad	53
Tabla 20. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y resultados de pruebas ANOVA y <i>post hoc</i> de Tukey de talla, largo relativo de pierna (LRP).....	55
Tabla 21. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y resultados de pruebas ANOVA y <i>post hoc</i> de Tukey de largo relativo de pierna (LRP), talla	56
Tabla 22. Correlaciones de Pearson o Spearman y valor <i>P</i> de la prueba entre largo relativo de pierna e indicadores de distribución de grasa corporal subcutánea	56

AGRADECIMIENTOS

Académicos:

Al Dr. Federico H. Dickinson Bannack, quien no solamente fue mi co-director de tesis, sino también un amigo con quien conté en las situaciones más difíciles del posgrado, y compartí momentos sociales con los demás compañeros del Laboratorio de Somatología que, sin duda, sirvieron para desestresarnos, que nos hacen falta a todo el mundo para recargar energías y continuar. Cada vez que se puso en la posición de profesor me enseñó, corrigió y orientó no sólo en mi trabajo profesional, sino también para el futuro personal y laboral. Gracias Fede por todos los consejos que me diste a lo largo de este par de años en la maestría, ahora estoy seguro de haber tomado la decisión correcta cuando estuve buscando un asesor y un programa de maestría.

A mi co-directora de tesis la Dra. María Luisa Ávila Escalante porque ella colaboró y asesoró en gran parte esta tesis, su asesoría en estadística, propició que los análisis realizados fueran robustos, como se espera para un trabajo de maestría.

A mis asesores de tesis el Dr. Carlos Napoleón Ibarra Cerdeña y Dra. María Teresa Castillo Burguete, porque gracias a sus comentarios, sugerencias y revisiones enriquecieron el trabajo y mi formación académica. También fueron mis profesores en asignaturas del programa de maestría, por cual valoro el esfuerzo entregado para la formación de sus alumnos, que sirve como un claro ejemplo de dedicación y entrega.

La asesoría que, durante las presentaciones de avances o en otras situaciones específicas me proporcionaron los profesores de la maestría: el Dr. Hugo Azcorra por su dedicación y porque su formación académica sólida, contribuyó para sacarme de dudas, especialmente en cuestiones metodológicas, técnicas y estadísticas. A la Dra. Dolores Cervera, por sus comentarios muy pertinentes para mejorar mi trabajo. A la Dra. Nina Méndez por el curso especializado impartido para enmarcar la temática de mi tesis y porque en muchos momentos de incertidumbre sobre mi proyecto de tesis, sus explicaciones realizadas con gran sencillez me iluminaron sobre temas muy complejos; admiro su capacidad de razonamiento y de resolución de problemas. Mi gratitud es muy especial para la Biol. Graciela Valentín, por su colaboración en la toma de datos en campo y la elaboración de la base de datos del proyecto del cual surgió esta tesis. Agradezco su orientación sobre las variables, la codificación y técnicas utilizadas y, sobre todo, sus experiencias y observaciones en campo, de las cuales me enriquecí al solicitar su asesoría.

Al gobierno mexicano por apoyar la ciencia y la tecnología y proporcionarnos, a través del Conacyt, una beca para realizar estudios de posgrado a los jóvenes que estamos trabajando por mejorar nuestro país. Espero que nunca se acabe este tipo de incentivos, por lo que valoro enormemente los alcances de este programa y, como

becarios mexicanos y extranjeros, debemos hacer que valga la pena. En este rubro quisiera agradecer el financiamiento otorgado por Conacyt-Ciencia Básica, México para el desarrollo del proyecto Doble carga nutricional e influencias intergeneracionales en familias mayas urbanas de Mérida, Yucatán (168047) y mencionar que estoy en deuda con el Cinvestav, una institución de investigación ejemplar que se convirtió en mi segunda casa, fundamentalmente a los Laboratorios de Somatología y de Investigación y Participación Comunitarias, que me acogieron durante la mayor parte del tiempo de estancia y formación como maestro en ciencias en la especialidad de Ecología Humana. Considero que son los mejores laboratorios de la institución, porque se vive un ambiente de calidez y compañerismo, donde uno puede trabajar de manera muy agradable y sin presiones ¡además que el delicioso café turco parece ser inagotable! Por eso, gracias a los profesores responsables de los laboratorios por consentir a los estudiantes y dotarnos de todos los servicios e insumos que, considero, son un privilegio en toda institución de gobierno.

Quiero hacer una mención especial a los profesores Dr. Barry Bogin y Dra. María Inés Varela-Silva de la Universidad de Loughborough, en Reino Unido, porque estuvieron dispuestos a recibirme para realizar una estancia de investigación. Lamentablemente, por cuestiones de fuerza mayor, la estancia se canceló, pero es muy probable que cuando esté en el doctorado, quieran recibirme para realizar una estancia allá.

A los profesores integrantes del Cuerpo Académico de Estadística de la Facultad de Matemáticas, Dr. Jorge Arguez y Mtro. Ernesto Guerrero, porque brindaron su tiempo y esfuerzo para asesorarme en parte de los análisis estadísticos para esta tesis.

A los autores: Dr. Rihlat Saïd Mohamed, Dr. Barry Bogin, Dr. Libby W. Cowgill, Dr. P. Brambilla, Dr. Jian Liu, Dr. Jonathan C. K. Wells, Dr. Ying-Xiu Zhang, Dr. Roberto A. Frisancho, Dr. Triantafyllos Pliakas, Dr. Kitae Sohn y Dr. Luis Ortiz Hernández, quienes amablemente dispusieron de su tiempo para contestar vía correo electrónico mis dudas sobre sus respectivos trabajos de investigación. Pienso que la comunicación entre colegas es muy importante porque nos permite entender mejor el mensaje en sus escritos. La experiencia de escribir esta tesis y recibir una respuesta excelente de su parte, me permitió comprender que, quien tiene a cargo la correspondencia, tiene el deber de atender oportunamente las inquietudes de sus lectores.

Personales:

El agradecimiento más importante es para mi esposa Hazel Fuentes, pues gracias a ella esta tesis pudo ser posible. Ella es mi compañera, confidente, mentora, y camarada quien fue mi bastón cuanto carecí de alguna pierna. Su inigualable fortaleza emocional nos ha guiado por el camino que creemos es el correcto para mis hijos. Amor, gracias

por comprenderme toda vez que me encontraba en los momentos más críticos de mi trabajo; sé que me odiaste los días que llegaba hasta tarde por el trabajo y hasta por los fines de semana que ocupé en redactar esta tesis, pero agradezco que siempre fuiste muy comprensiva y gracias a este logro académico que, juntos como familia hemos logrado, estoy seguro servirá para prosperar en el futuro próximo, ahora depende de nosotros poder exprimirle todo el jugo posible. Te amo.

Agradezco a mi suegra Higinia Solís y sus hermanas Martha y Teresa porque no existe en el mundo mejores cuidadoras para mis hijos; ellas llenaron los vacíos que generé al estar invirtiendo mi tiempo en una maestría de excelencia como ésta.

Quiero expresar mi gratitud a mi madre Martha Gómez quien me educó por el camino de la moral e inculcó la pasión por el estudio y la ciencia, por su constancia, tenacidad y fortaleza para hacer las cosas lo mejor posible porque me sirvieron de ejemplo para mi desarrollo académico. Gracias a ti llegué hasta donde estoy y estoy muy seguro que seguiré escalando hasta saciar mis deseos de superación, lo cual no le veo final.

Quiero expresar una especial mención a mi amigo Arturo Pérez porque me acompañó a lo largo de mi carrera profesional, pasó de ser un colega a convertirse en un amigo y hermano con quien puedo confiar. Acostumbro enviar los borradores a personas para que hagan observaciones a la redacción de mi trabajo y él realizó en más de una ocasión esta importante tarea.

Finalmente, esta tesis, está especialmente dedicada a mis dos hijos Fabricio e Isabela, a quienes amo con todo el corazón y quienes, además, fueron en muchos momentos la razón de mi inspiración para realizar este trabajo.

RESUMEN

Introducción: Además de la estatura total, algunos segmentos corporales son sensibles a las condiciones ambientales y sirven como marcadores biológicos de las circunstancias de la vida temprana. El largo relativo de pierna (LRP; largo de pierna x 100 / talla), es uno de estos biomarcadores e indicador de la proporcionalidad corporal humana. Se ha encontrado que personas con proporciones corporales asimétricas presentan mayor riesgo de padecer enfermedades metabólicas y cardiovasculares y mayor grasa corporal. Esta tesis aborda factores que se relacionan a la talla y proporcionalidad corporal de niños de 6 a 8 años de edad y cómo éstos se relacionan con la adiposidad.

Metodología: Estudio transversal que involucró 260 individuos (128 niñas) de 6 a 8 años de edad que acudieron a escuelas públicas de Mérida, Yucatán, México. Se tomaron datos socioeconómicos mediante encuestas aplicadas a las madres de los participantes y se realizaron mediciones antropométricas y de composición corporal entre septiembre de 2011 y abril de 2015. Para identificar factores del ambiente que se relacionan con la proporcionalidad corporal, se ajustaron modelos de regresión múltiple con talla y LRP como variables dependientes y variables biológicas de la infancia y de la condición socioeconómica como variables independientes. Para describir la relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad se ajustó un modelo de regresión lineal utilizando las variables % de grasa corporal (dependiente) y LRP (independiente).

Resultados: Se encontró que 12% de los niños presentó desmedro y 28% piernas cortas y altas prevalencias de sobrepeso (21%) y obesidad (23%). El crecimiento lineal estuvo explicado principalmente por la variable 'número de niños en casa', encontrándose un mayor déficit de crecimiento en niños de familias con cuatro o más niños en la casa (R^2 ajustada=0.18; $P<0.001$). El LRP solo fue explicado significativamente por la educación materna (R^2 ajustada=0.05; $P=0.006$). Se observó que los niños más altos fueron quienes tuvieron mayor índice de masa grasa (6.9 contra <5.9 kg/m²), especialmente a nivel abdominal evidenciado por la circunferencia de cintura (65.8 contra <61.7 cm). El LRP se relacionó positivamente con el % grasa corporal ($P<0.001$) pero no con las demás variables de adiposidad.

Conclusiones: La salud de estos niños está en riesgo porque presentaron problemas de exceso de peso en relación a su crecimiento y de déficit crecimiento, déficit que fue explicado por los factores ambientales más adversos. Estos factores y su relación pueden jugar un papel importante en el riesgo para enfermedades en la vida futura de los niños participantes.

Palabras clave: largo de pierna, adiposidad, proporcionalidad corporal, niños, desmedro.

ABSTRACT

Introduction: It has been shown that height and body segments are especially sensitive to environmental conditions such that they can be used as biomarkers of nutrition in early life. Relative leg length (RLL; leg length x 100 / height) is one of these biomarkers and it is also a human body proportionality indicator. It has been found that people with altered body proportionality also have a high risk for metabolic and cardiovascular diseases and high adiposity. This work addresses a number of factors related to height and body proportionality and how they are related to adiposity in 6-8 years old Mayan children.

Methodology: This cross-sectional study involved 260 participants (128 girls) at ages 6 to 8 years from Merida, Yucatan, Mexico, who attended public schools. Anthropometric, socioeconomic and body composition data were collected from September 2011 to April 2015 at the participant's houses. Multiple regression models were adjusted to identify environmental factors related with height and RLL (both dependent variables). We regressed percent body fat on RLL to identify the relationship between these variables.

Results: High prevalence of stunting (11.9%), short legs (28.1%), overweight (20.7%) and obesity (23.1%) was found. Linear growth was explained by 'number of children in the house'; growth deficit was high in those children who lived in houses with four or more preteens ($R^2_{ajd} = 0.18$; $P < 0.001$). RLL was only explained by mother's education ($R^2_{ajd} = 0.05$; $P = 0.006$). Taller children have more body fat (6.9 versus <5.9 kg/m²) especially at abdominal circumference (65.8 versus <61.7 cm). RLL was positively related to percent body fat ($P < 0.001$) but not with the others adiposity variables.

Conclusions: Children's health is at high risk due to two main problems, overweight in relation to their growth and growth deficits, this mostly explained by an adverse environment. All these factors in infancy could play an important role in the development of cardiovascular diseases in adulthood.

Keywords: leg length, adiposity, body proportionality, children, stunting.

1. INTRODUCCIÓN

La proporcionalidad corporal se refiere a las dimensiones relativas entre los diferentes segmentos del cuerpo humano (Malina, 1998). Su estudio se enmarca en varios campos de la ciencia, la tecnología y el arte, así como en el diseño de moda y la ergonomía, de ahí que ha estado presente desde hace ya muchos años en nuestra historia.

A lo largo de esta tesis me referiré a la proporcionalidad corporal como la relación que hay entre la longitud de las piernas y la estatura total de un individuo, es decir, el porcentaje de la estatura total que ocupan las piernas. Mientras que la longitud del tronco incluye la distancia desde el punto máximo superior de la cabeza hasta la región subisquial de la cadera, la longitud de las piernas incluye la estatura total menos la longitud del tronco. La relación entre estos segmentos $[(\text{longitud de piernas}/\text{talla total}) \times 100]$ también se le conoce como largo relativo de pierna (LRP).

En biología humana y auxología la proporcionalidad corporal puede ser estudiada desde la perspectiva del crecimiento y desarrollo humano porque es útil para evaluar, por ejemplo, el crecimiento y maduración biológica de un individuo (Bogin, 1999). Otras corrientes de investigación la conciben como un rasgo somático que resulta de la combinación de diversos factores genéticos, ambientales e intergeneracionales que tienen lugar, especialmente, durante la infancia de un individuo. A su vez, se ha planteado que la proporcionalidad corporal se relaciona con la cantidad y distribución de grasa corporal debido a factores metabólicos (Frisancho, 2003; Frisancho, 2007) y la forma corporal del individuo (Bogin y Beydoun, 2007; Navti

et al., 2014). Esta última se refiere a segmentos corporales desproporcionados o asimetrías corporales, porque el cuerpo responde a las leyes de escalamiento (Samaras, 2007).

El ambiente es todo aquello que rodea a los seres vivos y, por tanto, el lugar donde nuestra especie realiza sus procesos biológicos y, en el caso de la especie *Homo sapiens*, se compone por los sistemas biológico, ecológico y sociocultural (Dickinson, 2004). La proporcionalidad corporal es una característica somática que presenta gran variabilidad en nuestra especie y es resultado de las complejas interacciones del ambiente ecológico, biológico y sociocultural sobre los cuerpos humanos.

El largo de las piernas, como segmento del cuerpo humano, es bastante sensible a los cambios en el ambiente; responde ante situaciones de adversidad o ambientes favorables, en gran medida, durante la fase de desarrollo de nuestras crías. Por esta y otras razones, para los biólogos humanos ha sido atractivo estudiar la proporcionalidad corporal considerando que este segmento del cuerpo refleja los eventos ocurridos durante la historia de vida de un individuo.

El tronco de una persona es más pesado que sus extremidades debido a que contiene la caja torácica y la cavidad abdominal que, a su vez, alojan los órganos vitales del cuerpo, los cuales le otorgan mayor masa al tronco en comparación con las extremidades. Por esta razón, si comparamos a dos individuos de la misma estatura y diferente proporcionalidad corporal, tendremos que el primero, cuyo tronco es relativamente más largo que sus piernas, tendrá mayor masa en comparación con el segundo individuo cuyo tronco es relativamente más pequeño que sus piernas. Así, se ha identificado una relación positiva entre la longitud del tronco y la masa de un

individuo medido a través del índice de masa corporal (IMC) en adultos (Bogin y Beydoun, 2007).

Otros estudios han reportado que la longitud de las piernas tiene una relación negativa con la presencia de enfermedades metabólicas, y crónico-degenerativas; es decir, individuos con una proporcionalidad corporal alterada (piernas relativamente cortas y troncos largos), tienen mayor riesgo de padecer enfermedades como la diabetes, resistencia a la insulina y enfermedades cardiovasculares (Asao *et al.*, 2006; Gunnell *et al.*, 2003). De hecho se ha planteado el posible uso de la proporcionalidad corporal como indicador de riesgo para algunas enfermedades metabólicas que puede ser de utilidad para la salud pública y la epidemiología (Bogin, 2012a). Si bien la proporcionalidad corporal no tiene una relación directa de causa-efecto con las enfermedades mencionadas, es posible que la adiposidad excesiva en individuos con piernas relativamente más cortas esté conduciendo al mayor riesgo de padecer estas enfermedades metabólicas.

El presente estudio tendrá como fin describir la relación entre la proporcionalidad corporal y la cantidad y distribución de la grasa corporal de individuos de 6 a 8 años de edad e identificar si su crecimiento y proporcionalidad corporal guarda relación con factores del ambiente, entre ellos, socioeconómicos, de las condiciones de vivienda y biológicas de la infancia de los individuos estudiados.

Entre los problemas actuales de nutrición en México se encuentran los altos niveles de exceso de peso (sobrepeso + obesidad) y, al mismo tiempo, altas prevalencias de desnutrición (Gutiérrez *et al.*, 2012). Algunos autores plantean que este perfil epidemiológico es resultado de la transición nutricional por la que atraviesan países de ingresos medios y bajos de África, Asia y Latinoamérica (Popkin *et al.*, 2012)

entre ellos México (Rivera *et al.*, 2004). Específicamente en Yucatán se tenían prevalencias importantes de exceso de peso (45%) y desnutrición, especialmente de talla baja (24% niños y 27.5% niñas) en escolares de 5 a 11 años de edad (Shamah Levy, 2010); reportes recientes indican que la prevalencia de exceso de peso en el municipio de Mérida ha incrementado hasta llegar al 50% en niños de la misma edad (Barbosa-Martín *et al.*, 2016; Méndez-Domínguez *et al.*, 2017). Estas condiciones pueden ser consideradas adversas para la población, ya que la nutrición y las condiciones ambientales socioeconómicas o socioculturales vividas a temprana edad influyen sobre el crecimiento (Schell *et al.*, 2012) y salud humana (Gluckman y Hanson, 2004).

Se ha reportado en estudios no representativos de la población maya de Mérida, que los individuos presentan baja estatura y proporcionalidad corporal alterada, caracterizada por piernas relativamente cortas (Azcorra *et al.*, 2013a; Bogin *et al.*, 2014; Vázquez-Vázquez *et al.*, 2013). Diversos autores han planteado que la estatura baja de la población maya es resultado de una larga historia social, económica y cultural que pone a los individuos ante condiciones ambientales adversas como mala nutrición, pobreza y opresión étnica, que han dado como resultado una mala salud y bajo nivel de bienestar de esta población desde la colonización española (Bogin, 2012b; Bracamonte, 2007; Bracamonte y Lizama, 2006; Montejo, 1999, citados por Azcorra *et al.*, 2013a).

Las condiciones mencionadas de la población de Mérida con ascendencia maya son una oportunidad para explorar los factores ambientales, socioeconómicos y biológicos que se relacionan con su crecimiento y proporcionalidad corporal y cómo éstos afectan su adiposidad. Las preguntas que se busca contestar en esta tesis son: ¿Qué factores socioeconómicos, de condiciones de vivienda y biológicos de la infancia

se relacionan con el crecimiento y proporcionalidad corporal?, y ¿Existirá una relación entre la proporcionalidad corporal y la adiposidad en niños de 6 a 8 años de edad en esta muestra? Se sabe que muchos factores influyen en la expresión fenotípica tanto de la proporcionalidad corporal como de la cantidad y distribución de grasa corporal de un individuo, tales como los biológicos, ambientales, genéticos y sociales, por lo tanto, en este trabajo se examinan sólo algunos de estos factores.

2. MARCO TEÓRICO

Proporcionalidad corporal y su relación con las condiciones ambientales

La estatura es la suma de la longitud de los diferentes segmentos del cuerpo, la cabeza, el tronco y las piernas. Cada segmento puede representar una determinada proporción en relación a la talla total o a otro segmento corporal para fines comparativos entre segmentos, por lo tanto, esta proporción se expresa generalmente en porcentaje. De esta forma, la proporcionalidad corporal del ser humano es la relación que guardan las proporciones entre segmentos corporales y presenta cambios desde la etapa fetal hasta la edad adulta porque cada segmento crece a diferentes velocidades durante la ontogenia (Malina, 1998).

La estatura es un indicador de la historia nutricional de los individuos de nuestra especie; es ampliamente utilizado por los investigadores porque es un indicador de la calidad de las condiciones ambientales, el estándar de vida y el bienestar humano (Hermanussen, 2013; Steckel, 1995; Steckel, 2009). Sin embargo, hay evidencia creciente que plantea que el largo relativo de pierna ($[(\text{talla sentado-talla}/\text{talla}) \cdot 100]$), también puede ser un marcador biológico adecuado de las condiciones ambientales vividas en la niñez temprana (Bogin, 2012a; Bogin *et al.*, 2002; Frisancho *et al.*, 2001). A continuación, indicaré algunos argumentos que dan soporte a lo anterior.

Desde hace más de seis décadas, Leitch (1951) notó, a través del estudio con cerdos, la existencia de una relación entre la nutrición temprana de estos animales y una forma esquelética característica al final del crecimiento, es decir, si los cerdos tenían una nutrición inadecuada en etapas de su vida temprana, sus piernas eran más cortas. Leitch argumentó que algo similar ocurre en la especie humana, si los individuos no

tienen una tasa de crecimiento adecuada debido a una nutrición inadecuada, se observarán longitudes de piernas más cortas en la edad adulta y se refirió al largo de las piernas como el principal segmento corporal que muestra alteraciones debidas a la deficiente nutrición en edades tempranas de la vida. Más tarde, Gunnell *et al*, (1998) encontraron que el largo de las piernas de niños entre 2 y 14 años (de una cohorte llamada *Boyd Orr* del estudio *The Carnegie Survey*, conformada por 2,990 niños medidos entre 1937 y 1939), estuvo asociado positivamente con mayor fuerza al consumo calórico y de proteínas y a las condiciones socioeconómicas, por lo que llegaron a la conclusión de que el puntaje z del largo de las piernas es el componente de la estatura que mejor refleja las condiciones de vida en la infancia de un individuo.

Frisancho *et al*. (2001) mostraron, a través del análisis de una muestra de 2,985 individuos mexicano-estadounidenses entre 2 y 17 años de edad, que gran parte de las diferencias en las condiciones socioeconómicas (medido a través del índice de pobreza de EEUU, *Poverty Income Ratio*), estuvo asociada a las diferencias en el largo relativo de pierna (LRP). De esta forma el LRP, como variable somática de proporcionalidad corporal, podría ser un marcador biológico de las condiciones socioeconómicas por ser particularmente sensible a factores ambientales.

Algunas variables ecológicas están asociadas con el largo de las piernas en niños. En un estudio llevado a cabo en la región de Tuzla en Bosnia y Herzegovina en 1996-1997, el número total de niños dentro de una familia estuvo relacionado negativamente con el largo de la pierna en individuos entre 11 y 14 años en una muestra de 698 individuos (Redžić y Hadžihalilović, 2007). Gunnell y colaboradores (1998) también encontraron una relación negativa entre el largo de las piernas y el número de niños en el hogar entre los 2 y 14 años de edad. Otras variables ecológicas

que se han reportado en la literatura por tener relación con el largo de las piernas es la lactancia materna y el ingreso familiar, pues en una cohorte de 2,376 niños entre 2 y 14 años (de la cohorte *Boyd Orr*) variables como haber recibido leche materna, menor número de niños en el hogar y, sólo en el caso de varones, aumento del ingreso familiar estuvieron asociadas positivamente con el puntaje z del largo de las piernas (Whitley *et al.*, 2008).

El tabaquismo durante el embarazo es otro factor ambiental que tiene correlación negativa con la estatura y el largo de pierna de las crías, pues un estudio longitudinal realizado en Bristol, Reino Unido, con información sobre tabaquismo durante el embarazo de madres que habían dado a luz entre 1991 y 1992, concluyó que de 6,336 niños medidos a los 7.5 años de edad, aquellos que tuvieron madres que fumaron durante el embarazo tuvieron menores estatura, largo de piernas y otros componentes de la estatura que las crías de madres no fumadoras (Leary *et al.*, 2006).

En general, se han asociado condiciones ambientales positivas vividas en edades tempranas con piernas relativamente más largas; por el contrario, condiciones ambientales negativas o adversas (desnutrición, infecciones bacterianas o parasitarias recurrentes, traumas emocionales o físicas, opresión étnica o religiosa o guerras) se han asociado a piernas relativamente más cortas (Bogin y Smith, 2012).

Los cambios seculares positivos, descritos como el aumento en tamaño y cambios en la forma corporal promedio de una población en un intervalo de tiempo, son resultado de mejoras en las condiciones sociales, económicas, políticas, sanitarias, nutricionales, entre otras condiciones del ambiente (Roche y Shumei, 2003b; Stinson *et al.*, 2012a; Ulijaszek, 1998). Los incrementos en estatura promedio de una población

se relacionan principalmente a mayor longitud de las piernas de los individuos (Hermanussen, 2013; Stinson, 2012).

Quizá la evidencia más fuerte de los cambios que puede tener el segmento de las piernas, como resultado de condiciones ambientales es la obtenida por Bogin y colaboradores (2002), cuando midieron en 2000 a niños de 5 a 12 años nacidos en Estados Unidos de padres guatemaltecos. Para fines de comparación, midieron a niños de la misma edad residentes en Guatemala en 1998 y demostraron que los niños residentes en Estados Unidos fueron 10.24 cm más altos, tuvieron piernas 7.02 cm más largas y el 69% de las diferencias en estatura fueron debidas a la longitud de las piernas. Con ello llegaron a la conclusión de que mejores condiciones socioeconómicas, acceso a agua limpia, servicios de salud y mejores condiciones de vida en general en Estados Unidos fueron responsables de la mayor longitud de las piernas en los niños estudiados en ese país.

A pesar de la fuerte evidencia en favor de la longitud de las piernas y de la proporcionalidad corporal como marcadores biológicos de las condiciones ambientales vividas en etapas tempranas de la vida, existe evidencia contrastante, por la cual los investigadores han concluido que la talla es un mejor (y más sensible) indicador de las condiciones ambientales (Kinra *et al.*, 2011; Sohn, 2015). Las investigaciones para considerar la proporcionalidad corporal como marcador de condiciones ambientales siguen en proceso y falta validar su uso para fines epidemiológicos y de salud pública.

Sohn (2015) planteó que la talla podría ser más sensible a las condiciones ambientales que el largo de las piernas cuando se prueba la hipótesis en países de ingresos bajos, porque los estudios que han aportado evidencia en favor del último, se han realizado en muestras grandes y representativas de países desarrollados.

La postura, a lo largo del presente trabajo es que si bien existe evidencia contradictoria, también hay un marco teórico bastante sólido, para considerar el LRP como un mejor marcador. A continuación, se presentarán algunas razones para sostener esta posición.

LRP: marcador biológico de condiciones ambientales

Los primeros años de vida de los humanos se caracterizan por cambios importantes en la proporcionalidad corporal (Bogin, 1999) debido a que nuestra especie crece bajo un gradiente cefalocaudal (Bogin, 2012a; Hermanussen, 2013; Leitch, 1951), que es además, característico de otras especies animales. Se describe como un crecimiento prioritario de determinados segmentos corporales a lo largo de la ontogenia del ser humano, en el cual, durante las primeras etapas de vida intrauterina la cabeza y el tronco crecen más rápido que las extremidades por lo que, al nacimiento, la longitud de la cabeza representa aproximadamente un 25% de la longitud total del organismo. Después, en la etapa posnatal las extremidades inferiores crecen a mayor velocidad en comparación con otros segmentos corporales hasta alcanzar una longitud de piernas que, en proporción, representa 45-50% de la estatura total a los doce años de edad (Frisancho, 2007), proporción que se mantendrá hasta la adultez.

Estos cambios en proporcionalidad corporal suponen que mientras la proporción que ocupa la cabeza sobre la estatura total disminuye a lo largo del crecimiento, la proporción que ocupan las piernas con respecto a la estatura total aumenta (Varela-Silva *et al.*, 2007). En términos evolutivos, parece que la proporcionalidad corporal de la especie *Homo sapiens* es resultado de la evolución de la locomoción bípeda, la cual se inició en nuestra línea evolutiva, con *Australopithecus anamensis*, hace

aproximadamente 4.2 a 3.9 millones de años (Klein, 2009), y contribuye a una marcha energéticamente muy eficiente (Bogin, 2012a).

Nuestros segmentos corporales albergan diferentes órganos con importancia fisiológica y funcional distinta. En la cabeza se encuentra el cerebro, órgano que es responsable del mayor gasto energético de toda la economía; se estima que el cerebro de un recién nacido consume 45% y el de un adulto promedio consume 25% de toda la energía. Los órganos del tronco son indispensables para el funcionamiento vital, por ello existe una asignación preferencial de la energía para los diferentes segmentos del cuerpo en las diferentes etapas del crecimiento (Bogin y Rios, 2003). En este sentido, de acuerdo con la teoría de historia de vida, el crecimiento cefalocaudal obedece a la asignación de la energía y los recursos de manera diferencial en diferentes etapas del crecimiento (Stinson *et al.*, 2012a).

Por otro lado, se ha planteado que mucho del efecto de las condiciones ambientales sobre la corporeidad humana, en específico de las piernas, se da, en parte, por la gran plasticidad que existe durante el crecimiento: que es cuando los segmentos corporales son especialmente vulnerables a las condiciones ambientales. Las piernas son un segmento muy plástico durante el crecimiento (Bogin, 2012a); la plasticidad es “la habilidad de un organismo para responder a las influencias del ambiente con un cambio en la forma, el estado, movimiento o tasa de actividad” (West-Eberhard, 2003. p. 34). Estos cambios no involucran modificaciones al genotipo (Stinson *et al.*, 2012b) aunque pueden ser heredados (Inadera, 2013) y tienen lugar preferentemente durante las llamadas ventanas críticas del crecimiento y son irreversibles (Gluckman y Hanson, 2004).

Por todo lo expuesto anteriormente, el LRP puede ser un marcador biológico de las condiciones ocurridas en etapas tempranas de la vida, debido a que las piernas son el segmento corporal más vulnerable en etapas de crecimiento acelerado debido a su alta plasticidad y a que nuestro crecimiento es de tipo cefalocaudal. Si en algún momento del desarrollo deja de tener los recursos energéticos necesarios para un crecimiento adecuado, las extremidades inferiores se verán principalmente afectadas.

Relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad

El tejido adiposo, formado por los adipocitos (células que almacenan las grasas en el cuerpo), se distribuye en lugares y proporciones diferentes en el cuerpo, debido a diversos factores tales como genéticos, edad, sexo, grupo étnico y condiciones ambientales. Este tejido es un componente corporal altamente dinámico y tiene varias funciones físicas pero las más importantes, son endocrinas y metabólicas (Adamczak y Wiecek, 2013). Durante el crecimiento, la cantidad de grasa corporal varía; al nacer un individuo tiene cerca de 12% de grasa corporal y 20% de masa muscular, mientras que un hombre adulto promedio tendrá entre 15 y 17% de grasa corporal y 40% de masa muscular y una mujer adulta entre 24 y 26% de grasa corporal y de 35 a 37% de masa muscular (Bogin, 1999).

En el contexto de la relación entre crecimiento y adiposidad, existen dos grandes grupos de evidencia empírica, por un lado reportes que han encontrado una relación positiva entre la estatura y la adiposidad (a partir de ahora referida como Evidencia Positiva); y por otro, estudios que reportan una relación negativa, a la que se hará referencia como Evidencia Negativa.

La Evidencia Positiva (Tabla 1) fundamenta sus hallazgos en argumentos como: 1) un crecimiento acelerado promueve un mayor almacenamiento de grasa corporal (Akaboshi *et al.*, 2008) y 2) un exceso de energía en forma de grasa corporal conduce un crecimiento acelerado y con ello mayor estatura (Freedman *et al.*, 2004).

La gran mayoría de los trabajos con Evidencia Positiva utilizaron el IMC como estimador de composición corporal (Bosy-Westphal *et al.*, 2009; Metcalf *et al.*, 2011; Navti *et al.*, 2014; Pliakas y McCarthy, 2010; Wells y Cole, 2014), pero desde hace décadas se ha identificado que tiene limitaciones para considerarlo como tal (Bogin y Varela Silva, 2012; Garn *et al.*, 1986); entre estas se encuentran que el IMC no es independiente de la estatura porque la contiene en su denominador (ecuación 2.1) razón por la cual existe una tendencia a asociar niños más altos con promedios mayores de IMC (correlación positiva entre IMC y talla) en estudios transversales (Wells, 2010).

$$IMC = \frac{\text{peso (kg)}}{\text{talla}^2} \quad (2.1)$$

Además, es inadecuado utilizar el IMC en individuos o poblaciones con proporcionalidad corporal desproporcionada (Bogin y Varela Silva, 2012) porque las prevalencias de las categorías de sobrepeso y obesidad (grado I, II y III) basadas en el IMC pueden ser distintas a las de la población general. Como se planteó en la introducción, se ha identificado una relación positiva entre la longitud de tronco y el IMC (p. 2). La prevalencia elevada de desnutrición en una muestra de australianos aborígenes con troncos relativamente cortos y piernas largas está dada por dicha relación aunque solo un pequeño porcentaje presentó signos y síntomas característicos de la desnutrición (al tener troncos cortos, tuvieron promedios bajos de IMC, entonces

mayor prevalencia de desnutrición). Norgan (1995) propuso que el IMC sea ajustado de acuerdo a la proporcionalidad corporal para reflejar mejor las prevalencias de desnutrición en esas poblaciones.

Tabla 1. Principales estudios transversales que reportan relación positiva entre crecimiento y adiposidad

Variables	Lugar y año	Muestra, edad (años)	Diseño	Fuente
IMC, %GC, talla, MG, %MG	Alemania, 1990 a 2006	12,411 individuos caucásicos, 5-17	Base de datos: <i>Kiel Obesity Prevention Study</i>	(Bosy-Westphal <i>et al.</i> , 2009)
IMC, CC, talla, LP, LRP	Reino Unido, 1977 a 1987	3,825 individuos caucásicos, 5-15	Representativo para población de esa época	(Pliakas y McCarthy, 2010)
IMC, talla	Chile, 2006	1,089 niños, 0-5	Participantes de ingresos medios y bajos	(Kain <i>et al.</i> , 2011)
IMC, %GC, talla	Reino Unido, 2000 a 2001	280 niños, 7-12	Con diversidad socioeconómica	(Metcalf <i>et al.</i> , 2011)
IMC, MG, MLG, talla	Reino Unido, 2000 a 2001	272 niños, 7-12	Usó datos de Metcalf <i>et al.</i> 2011	(Wells y Cole, 2014)
IMC, %GC, CC, talla	Londres, 2003 a 2006	2,298 individuos caucásicos, 4-14	Diversidad socioeconómica	(Navti <i>et al.</i> , 2014)

IMC: índice de masa corporal; %GC: porcentaje de grasa corporal; MG: masa grasa (kg); %MG: porcentaje de masa grasa; CC: circunferencia de cintura; LP: largo de pierna; LRP: largo relativo de pierna; MLG: masa libre de grasa.

Para evitar la inconsistencia que existe con el uso de IMC, la Evidencia Positiva ha robustecido sus hallazgos al utilizar otros métodos para estimar la adiposidad, como la bioimpedancia eléctrica (Bosy-Westphal *et al.*, 2009; Navti *et al.*, 2014), técnicas de imagen como la absorciometría dual de rayos X (Metcalf *et al.*, 2011; Wells y Cole, 2014) y el uso de indicadores relativamente independientes de la talla, como el índice

de masa grasa (IMG) (Navti *et al.*, 2014). Otros índices, similares al IMC, incluyen exponentes (n) para el índice peso/talla n para disminuir su dependencia con la talla, como el 3 usando en niños en edad escolar (Cole, 1986) y 6 para eliminar completamente la correlación entre las variables (Wells, 2010), pero utilizar esos exponentes puede no resultar biológicamente adecuado sino más bien matemático (Metcalf *et al.*, 2011).

También se encuentra la Evidencia Negativa (Tabla 2), basada en estudios que han 1) reportado relaciones negativas entre la estatura y la adiposidad (Ortiz-Hernández *et al.*, 2008); 2) relacionado el desmedro con altos niveles de sobrepeso y obesidad (Hoffman *et al.*, 2007; Martins *et al.*, 2004) y 3) encontrado que niños con piernas relativamente más cortas tienen mayores probabilidades de ganar más grasa corporal, específicamente en el área abdominal (Liu *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2015). Algunos de estos estudios se han llevado a cabo con muestras muy grandes, socioeconómicamente diversas y en países de ingresos bajos, medios y altos que tienen sociedades heterogéneas (Tabla 2).

Los resultados que se han obtenido en trabajos con Evidencia Negativa son inesperados dadas las leyes del escalamiento: a mayores dimensiones corporales mayor peso, perímetro y volumen (Samaras, 2007). Los autores de estos trabajos (Tabla 2) plantean que la razón de esta relación negativa subyace en la hipótesis del fenotipo ahorrador de energía (Leonard, 2012; Wells, 2016), basada en el argumento de que individuos que han atravesado por condiciones adversas durante su desarrollo, como desnutrición, que los lleven a un retraso del crecimiento, mostrarán adaptaciones fisiológicas y metabólicas que les permitirán una eficiencia mayor en el consumo de los recursos, llevándolos a tener una menor tasa metabólica en reposo y a metabolizar

principalmente los carbohidratos en lugar de las grasas (Hoffman *et al.*, 2000a; Hoffman *et al.*, 2000b), lo que se le ha llamado ‘baja oxidación de las grasas’ (Frisancho, 2003) y, eventualmente, los conduce a un mayor almacenamiento de grasa corporal (Frisancho, 2007; Varela-Silva *et al.*, 2007).

Tabla 2. Principales estudios que reportan relación/asociación negativa entre crecimiento y adiposidad

Variables	Lugar y año	Muestra, edad (años)	Diseño	Fuente
LRP, sumatoria de pliegues	EE.UU., 1988 a 1994	3501 individuos, 2-20	Transversal y representativo, controlado por PIR	(Frisancho, 2007)
Talla, %GC, %GTroncal	Sao Paulo, Brasil	50 individuos, 10-15	Longitudinal de 4 años consecutivos	(Hoffman <i>et al.</i> , 2007)
IMC, CC, %GC, talla, TS (pz)	México, D.F., 2005	1015 niños, 6-11	Transversal	(Ortiz-Hernández <i>et al.</i> , 2008)
LRP, IMC, %GC, CC, %Ob	Tianjin, China, 2005	1236 niños, 3-6	Transversal	(Liu <i>et al.</i> , 2014)
ITS por cuartiles, IMC (pz), ICT	Shandong, China, 2010	42,348 individuos, 7-18	Transversal	(Zhang <i>et al.</i> , 2015)
ITS, IMC, %Ob	Shandong, China, 2010	42,348 individuos, 7-18	Transversal	(Zhang <i>et al.</i> , 2016)

LRP: largo relativo de pierna; PIR: índice de pobreza de Estados Unidos (*Poverty Index Ratio*); %GC: porcentaje de grasa corporal; %GTroncal: porcentaje de grasa troncal; IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia de cintura; TS: talla sentado; pz: puntaje z; %Ob: prevalencia de obesidad; ITS: índice de talla sentado; ICT: índice cintura talla.

La relación negativa entre talla y adiposidad se observa cuando un grupo de individuos que, siendo bajos de estatura, tienen mayor grasa corporal y cuyo perfil es

compatible con la definición de doble carga nutricional a nivel individual; que existe desmedro (talla baja para la edad o talla adulta inferior a 150 cm en mujeres o 160 cm en hombres) y sobrepeso/obesidad en una misma persona (Varela-Silva *et al.*, 2012).

Desde una perspectiva ecológica, este fenómeno es posible cuando aparecen cambios rápidos en el ambiente, en una o dos generaciones, como suele ocurrir en el caso de migración rural-urbana (Varela-Silva *et al.*, 2007) o la transición nutricional (Popkin y Gordon-Larsen, 2004); estos cambios se refieren a los estilos de vida, hacia unos más sedentarios y, a la dieta, hacia una de mayor densidad energética, favoreciendo un aumento acelerado en la prevalencia de exceso de peso, sin que a la par se dé una disminución en la prevalencia de desmedro (Pomeroy *et al.*, 2014). Ambos problemas de nutrición pueden coexistir en un mismo individuo, en el mismo hogar a nivel familiar o en una misma población, particularmente en países de ingresos medios y bajos (Popkin *et al.*, 1996).

El desmedro, como problema de salud, tiene importancia en este contexto porque de acuerdo a la hipótesis del genotipo ahorrador, puede tener implicaciones metabólicas para los individuos que la padecen, también se relaciona con una proporcionalidad corporal alterada (Vercellotti y Piperata, 2012). El desmedro es causado principalmente por una ingesta de alimentos inadecuada, pero también está asociado a condiciones socioeconómicas desfavorables; es un tipo de desnutrición crónica que se manifiesta en estatura baja para la edad y, además de estar asociado a una ingesta de alimentos insuficiente, también lo está con factores como pobre salud, bajo peso al nacer, pobreza y otros factores del ambiente donde viven los individuos por generaciones (Lejarraga, 2012).

Una forma de evaluar el desmedro es a través de comparar la talla para la edad (T/E) de un niño con respecto a la referencia antropométrica; se le clasifica en desmedro cuando su T/E es inferior al percentil 5 (Frisancho, 2008). Niños con desmedro pueden tener un LRP bajo, comparado con niños sin desmedro (Leitch, 1951). Adultos de estatura baja están en riesgo de presentar cambios en la proporcionalidad corporal (LRP bajo) y adiposidad (mayor grasa corporal principalmente en el tronco) en comparación con quienes no tuvieron estatura baja (Asao *et al.*, 2006; Vercellotti y Piperata, 2012). Además, tienen mayor riesgo de presentar resistencia a la insulina (Asao *et al.*, 2006) y altas prevalencias de diabetes mellitus tipo 2 (Asao *et al.*, 2006; Mueller *et al.*, 2015).

En niños desnutridos puede observarse una tendencia a conservar la grasa llamada 'esencial' en el tronco y muy poca es almacenada en brazos (Shephard, 1991). Estos cambios en la distribución de la grasa corporal reflejan el efecto de la desnutrición sobre la composición corporal en niños y pueden indicar también cambios en su metabolismo. En infantes y niños, el desmedro puede inducir cambios en la composición corporal y la distribución de la grasa corporal. En un estudio longitudinal que involucró 50 niños entre 9 y 11 años de edad de barrios pobres de São Paulo, Brasil, medidos durante cuatro años consecutivos, se observó que aquellos individuos con desmedro tuvieron mayor porcentaje de grasa en el tronco que sus pares sin desmedro, incluso después de controlar por masa grasa (kg), sexo y estadios de maduración sexual (Hoffman *et al.*, 2007). Los individuos con desmedro, involucrados en el mismo estudio, ganaron menor masa magra y mayor grasa corporal, marcadamente en varones (Martins *et al.*, 2004). En otro estudio, por el contrario, con una muestra representativa de *North West Province* en Sudáfrica, Mukuddem-Petersen

y Kruger (2004) encontraron que niños de áreas urbanas entre 10 y 15 años de edad con desmedro tuvieron significativamente menor IMC y grasa subcutánea, medida por la sumatoria de los pliegues tricipital y subescapular, que sus pares sin desmedro.

Otros autores han estudiado el efecto del desmedro sobre la acumulación de grasa corporal a largo plazo; en una cohorte de 330 niñas senegalesas se encontró que las que tuvieron desmedro entre los 0 y 4 años de edad acumularon más grasa subcutánea en la región superior del cuerpo a los 11 a 15 años, después de haber sido medidas por cuarta vez consecutiva (Bénéfice *et al.*, 2001).

Debido a estos hallazgos se ha investigado si existe relación entre desmedro y exceso de peso en niños de 5 a 15 años en Sudáfrica, sin encontrar que el desmedro aumentase la probabilidad de desarrollar obesidad (Mukuddem-Petersen y Kruger, 2004), pero sí lo hizo en niños de 5 años en Camerún, el riesgo relativo (IC 95%) de ser obeso y al mismo tiempo estar en desmedro fue de 3.4 (2.1-5.5) en esos preescolares (Said-Mohamed *et al.*, 2009). El resultado que podría tener un niño con desmedro y una cantidad de grasa corporal mayor a la adecuada es llegar a ser un adulto con talla baja (Stein *et al.*, 2010) y tener mayor riesgo de padecer enfermedades metabólicas (Asao *et al.*, 2006; Gunnell *et al.*, 2003).

Cuando el desmedro y su relación con adiposidad son analizados utilizando el LRP, como medida de proporcionalidad corporal, se han encontrado resultados similares a los anteriores en cuanto la relación negativa. Frisancho (2007) reportó que en individuos de 2 a 20 años de edad de una muestra representativa de Estados Unidos (NHANES III) observada en 1988-1994, aquellos con LRP bajo (< -1.036 pz) tuvieron mayor grasa subcutánea, medida por la sumatoria de cuatro pliegues (tricipital, bicipital, subescapular y de muslo) en comparación con quienes tuvieron LRP alto ($> +1.036$ pz).

Resultados similares fueron reportados por Pliakas y McCarthy (2010) para una muestra representativa de Reino Unido: niños entre 5 y 15 años con IMC y circunferencia de cintura (CC) elevados (estuvieron en los cuartiles más altos de esos indicadores) tuvieron LRP más bajos contra niños con IMC y CC bajos (Pliakas y McCarthy, 2010).

En un estudio longitudinal se reportó que el LRP puede predecir una mayor adiposidad, Liu y colaboradores (2012) midieron a niños canadienses a los 12 años de edad y quienes a tuvieron mayor riesgo de exceso de peso ($P < 0.001$) y promedios de IMC y CC más elevados, fueron los que a la edad de 9 años (al inicio del estudio) tuvieron promedios de LRP más bajos. Estos resultados estuvieron presentes aun cuando se controló por la presencia de obesidad, nivel educativo materno y experiencias de la vida temprana (peso al nacer, lactancia materna, edad de la madre al nacimiento del hijo y tabaquismo materno) al inicio del estudio.

La importancia que tiene conocer la relación entre crecimiento y adiposidad, y entre proporcionalidad corporal y adiposidad, es porque la distribución de la grasa corporal en la infancia y la niñez se ha asociado a riesgo metabólico y enfermedades cardiovasculares en la edad adulta: niños con mayor grasa visceral tuvieron mayores niveles de triglicéridos séricos e incrementos de insulina basal que sus pares con menor grasa visceral (Gower *et al.*, 1999); Godínez Gutiérrez *et al.* (2002) en una revisión bibliográfica, reportaron que la grasa visceral tiene una fuerte correlación negativa con sensibilidad a la insulina y niveles de colesterol de alta densidad (HDL), lo que significa un perfil metabólico de riesgo. También se ha encontrado que distribución centralizada de la grasa corporal y en cantidades elevadas se asoció a factores de riesgo cardiovascular (el perfil de lípidos y la presión sanguínea) en una muestra grande de

niños y niñas que participaron en el estudio *National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health* (Zemel, 2012).

También se ha visto que el almacenamiento de grasa en el tronco a edades tempranas estuvo asociado a mayor riesgo metabólico (Pulgarón, 2013) y enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (Lloyd *et al.*, 2010). Rosmond *et al.* (1998) sugirieron que la obesidad abdominal puede estar asociada a una anomalía del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, porque observaron que los hombres que mantenían niveles más altos de colesterol durante el desayuno y el almuerzo mostraban una distribución de grasa de tipo central y factores de obesidad, metabólicos y hemodinámicos.

4. OBJETIVOS

General

Describir la relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad en individuos de 6 a 8 años de edad, residentes de la ciudad de Mérida, Yucatán.

Particulares

1. Describir los factores socioeconómicos y biológicos que se relacionan al crecimiento y proporcionalidad corporal de los niños.
2. Identificar las variables de adiposidad total, central y periférica que se asocian con el crecimiento y la proporcionalidad corporal y medir, en su caso, el grado de la relación.

5. METODOLOGÍA

El diseño es observacional, transversal y retrospectivo y se realizó usando la base de datos del proyecto “Doble carga nutricional e influencias intergeneracionales en familias mayas urbanas de Mérida, Yucatán” (a partir de ahora referido como ‘Proyecto Doble Carga’), que fue llevado a cabo por el equipo de investigación del Laboratorio de Somatología del Departamento de Ecología Humana del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) Unidad Mérida, financiado por Conacyt-Ciencia Básica, México.

Lugar de estudio

La investigación se realizó en la ciudad de Mérida y el pueblo de Motul del estado de Yucatán, México. La primera es la capital del estado; en 2010 contaba con una población total de 830,732 habitantes. Motul, pueblo localizado a 40 km al oriente de la capital, que en 2010 tenía una población de 23,240 habitantes (INEGI, 2010).

Participantes

La unidad de análisis en esta tesis fueron niños y niñas de 6 a 8 años de edad que asistieron a escuelas públicas y privadas de la ciudad de Mérida y del pueblo de Motul. El rango de edad de los participantes se eligió porque en él los niños tienen una tasa de crecimiento constante, lo que se traduce en un incremento de 4 a 6 cm por año (Lejarraga, 2012), comparados con un crecimiento mucho más acelerado en la adolescencia (Bogin, 1999).

Criterios de inclusión

Niños cuya madre y abuela tuviesen apellido materno maya, de 6 a 8 años de edad que asistieron a escuelas públicas de la ciudad de Mérida y de la cabecera municipal de Motul.

Identificación de la población maya

Debido a que la ciudad de Mérida es el asentamiento con mayor cantidad de habitantes en el estado, para identificar a la población con apellidos mayas se tomó información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para saber los sitios de la ciudad con mayor densidad de población con ingresos iguales o menores a dos salarios mínimos y hablante del idioma maya. Se utilizó información de la Secretaría de Educación Pública (SEP) para ubicar las escuelas de donde se obtuvo la muestra.

Además, se utilizaron los apellidos mayas como indicadores (*proxy*) de la ascendencia maya. En biología humana, los apellidos se pueden usar como indicador de pertenencia a grupos genéticos (étnicos) (Lasker, 1980; Relethford, 1995); en la población maya de Mérida se han utilizado con ese fin (Azcorra *et al.*, 2015; Vázquez-Vázquez *et al.*, 2013; Wilson *et al.*, 2012), pues se ha demostrado que, como grupo, los mayas presentan homogeneidad genética a través del estudio de la frecuencia alélica y flujo genético de las poblaciones mesoamericanas (Gonzalez Martinez *et al.*, 1993; Ibarra-Rivera *et al.*, 2008; Martínez-Cortés *et al.*, 2010).

Selección de los participantes

Los niños fueron invitados a participar en este estudio en sus escuelas porque en México, según la Secretaría de Educación Pública (SEP), 97% de ellos asisten a

escuelas de nivel básico, lo que permite asegurar que tengan la misma posibilidad de ser seleccionados (Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán, 2015).

Con información de la SEP sobre la localización de las escuelas en Mérida y la información sobre la localización de la población maya, se elaboró un mapa (Figura 1) que permitió agrupar las escuelas por estratos. El estrato 1 se identificó como aquél donde se esperaba encontrar una mayor concentración de niños de ascendencia maya y, conforme aumenta el número de estrato (del 2 al 4), se esperaba encontrar menor número de niños con esta característica.

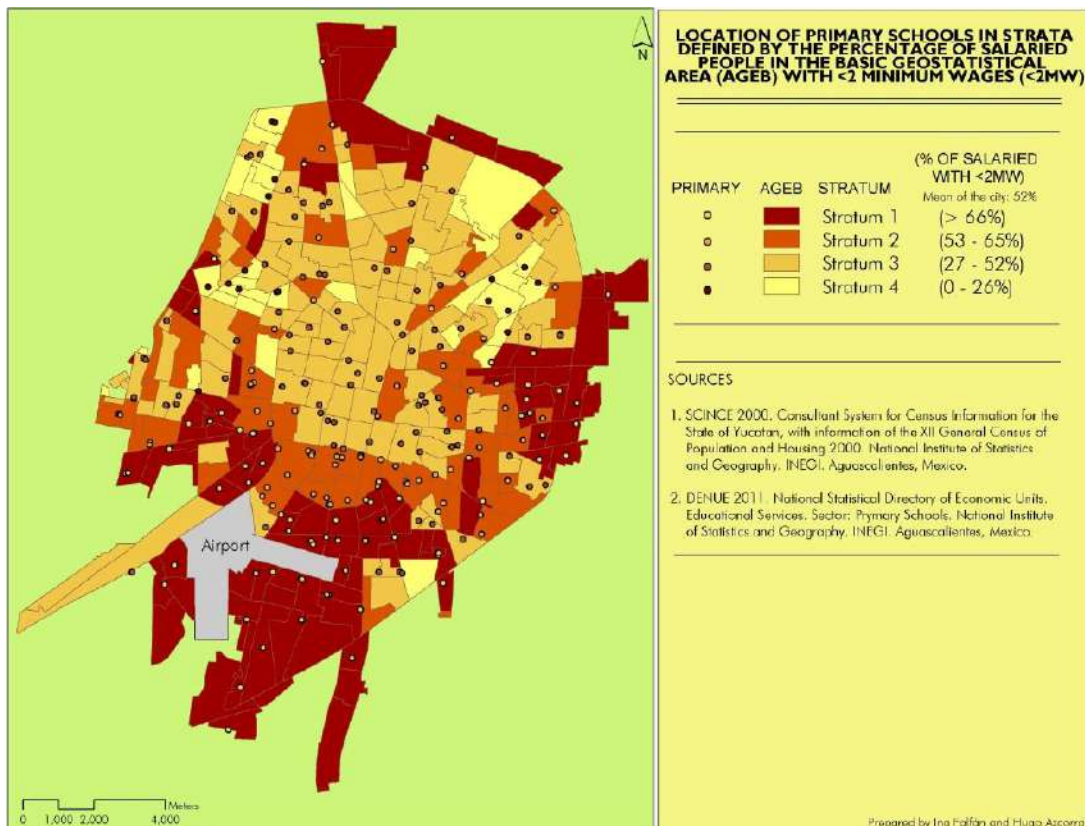


Figura 1. Localización de las escuelas primarias en Mérida
Fuente: Azcorra Pérez, 2014. p. 59, modificado por CAVG

En Mérida se seleccionaron al azar 20 escuelas situadas en el sur, este y oeste de la ciudad. En Motul se trabajó en las 10 escuelas públicas. Se seleccionaron 10 niños por escuela, lo que produjo una muestra de 260 participantes. El procedimiento para invitar a los participantes fue, en primer lugar, solicitar un permiso a la Secretaría de Educación del Gobierno de Yucatán (SEGEY) para llevar a cabo el estudio dentro de las instalaciones de las escuelas; una vez obtenido el permiso, los investigadores visitaron cada una de ellas para contactar a los directores y realizar una junta informativa en la cual se informó a las madres sobre los objetivos y procedimientos del estudio y se les pidió autorización para la participación de sus hijos en el estudio.

Recolección de los datos y fuentes de información

La investigación fue realizada por investigadores, auxiliares de investigación y estudiantes avanzados de nutrición, colaboradores del Laboratorio de Somatología del Cinvestav; este grupo obtuvo, entre septiembre de 2011 y abril de 2015, información socioeconómica y del estado biológico de los participantes. Los miembros del equipo de investigación con más experiencia en realizar mediciones antropométricas entrenaron y estandarizaron periódicamente a los estudiantes de nutrición.

Mediciones físicas

Datos antropométricos

Todas las mediciones, excepto la circunferencia de cintura, se llevaron a cabo siguiendo el manual de referencia antropométrica de Lohman *et al.* (1988) y fueron tomadas en el lado izquierdo del participante. Durante las mediciones se requirió de al menos un asistente que ayudara al antropómetra y a registrar los datos en una cédula

antropométrica (Anexo 1). Todos los niños fueron medidos en las escuelas, entre las 7 am, hora de ingreso a clases, y la hora del primer descanso, para obtener los datos antes de que hubiesen hecho ejercicio previo a la prueba de bioimpedancia (ver más adelante).

Talla

Para realizar esta medición se pidió a los participantes retirarse los zapatos y ponerse de pie sobre una superficie plana, con los talones juntos y las puntas de los pies separadas. Se les indicó que miraran hacia al frente con los brazos relajados y las palmas de las manos mirando hacia los muslos. La medición fue realizada utilizando un antropómetro móvil tipo Martin GPM modelo 101 de fabricación suiza, el cual fue colocado detrás del sujeto en una posición vertical, mientras que el asistente verificaba la ausencia de inclinación de la varilla metálica. El antropómetra verificaba que la posición de la cabeza del sujeto se encontrara en el plano de Frankfort mientras el asistente verificaba que el brazo superior del antropómetro se encontrara en el plano sagital del sujeto; así, se le pidió al sujeto inhalar y mantener la respiración hasta que el antropómetra pudiera deslizar el brazo del instrumento hasta hacer contacto con su cabeza; la lectura de la medición se hizo con una precisión de 0.1 cm.

Peso

Esta medición se realizó utilizando una báscula Seca[®], modelo 881 (con 0.05 kg de precisión y un error de $\pm 0.25\%$). Se pidió a los participantes retirarse zapatos, objetos de los bolsillos y accesorios y, en el caso de las niñas, diademas, collares y/o brazaletes que pudieran agregar peso; se midió a los participantes con ropa que

permitiera la toma de medidas de forma adecuada, usualmente una camiseta y pantaloncillo proporcionado por el equipo de investigación. La medición fue tomada con los participantes de pie en el centro de la báscula; quietos y relajados. La lectura se tomó aproximadamente después de tres segundos, cuando se estabilizó el indicador digital. La báscula fue calibrada con un peso conocido antes de cada sesión antropométrica.

Talla sentado

Esta medición se realizó con el mismo antropómetro usado para medir la talla. Se le pidió al participante sentarse en un banco diseñado *ex profeso*, con las piernas colgando libremente y las palmas de las manos sobre los muslos. El antropómetra colocó el instrumento detrás del participante; con la mano izquierda colocó su cabeza en el plano de Frankfort y aplicó presión sutilmente sobre el área lumbar de la espalda para asegurarse de que el sujeto adoptara una postura erecta; con su mano derecha deslizó el brazo del antropómetro para tomar la lectura. El asistente verificó que el antropómetro estuviese en posición vertical y el brazo del mismo se encontrara en el plano sagital del participante. La lectura se tomó, con una precisión de 0.1 cm, en un momento de máxima inhalación, cuando el brazo del antropómetro tocó el borde superior de la cabeza.

Circunferencia media de brazo

Una vez marcada la longitud media del brazo, se pidió al sujeto relajar completamente el brazo separándolo ligeramente del tronco y orientando la palma de la mano hacia el muslo. Se utilizó una cinta métrica de fibra de vidrio marca Seca[®], colocándola

alrededor del brazo justo sobre la marca de la longitud media del brazo mientras que el asistente se aseguraba de que la cinta guardara el plano horizontal y estuviera completamente apoyada sobre la piel, sin ejercer presión alguna. La lectura se tomó, con precisión de 0.1 cm.

Circunferencia de cintura

Para realizar esta medición se utilizó la misma cinta con la que se midió la circunferencia media de brazo. Se le pidió al participante ponerse de pie sobre una superficie plana y retirarse la playera o levantarla por encima de la cintura. El antropómetra ubicó la parte superior de la cresta iliaca izquierda utilizando el dedo anular y utilizando el dedo índice ubicó la última costilla no flotante. El asistente realizó una marca con una pluma a la mitad de la distancia entre estos dos puntos. Después, la cinta se colocó alrededor de la cintura del participante justo sobre la marca y, sin hacer presión sobre la piel, se tomó la lectura luego de que el asistente verificó que la cinta se encontrara horizontal. La medición se hizo con 0.1 cm de precisión.

Pliegues cutáneos

Se midieron los pliegues de tríceps (PT), subescapular (PSe) y suprailiaco (PSi), utilizando un calibrador Harpenden modelo HSB-BI. Las mediciones se hicieron tomando, entre los dedos pulgar e índice, un pliegue de piel y grasa subcutánea, cuidando de no incluir en él tejido muscular. La medición del pliegue se realizó justo sobre la marca sin soltar la piel, liberando suavemente la presión del calibrador para no provocar molestia al participante; finalmente se tomó la lectura a los cuatro segundos de haber liberado la presión del calibre completamente al 0.1 cm más cercano. Cada

pliegue fue medido en tres ocasiones, no consecutivas, utilizándose el promedio para los análisis estadísticos correspondientes.

La razón para elegir el PT como indicador de adiposidad en niños es porque es utilizado ampliamente en comparación con otros sitios anatómicos (Lohman *et al.*, 1988) y porque, en comparación con el pliegue subescapular, el de tríceps refleja mejor los cambios en la adiposidad, como resultado de la nutrición y el ambiente vividos por el individuo (Bogin y MacVean, 1981).

Para tomar el PSe se ubicó el ángulo posterior de la escápula, que es el punto anatómico de referencia para esta medición. Se pidió a cada participante doblar el brazo y situarlo por detrás de la espalda para ver mejor el ángulo de la escápula. El pliegue fue tomado debajo del ángulo de la escápula con una ligera inclinación de 45° sobre el eje horizontal y siguiendo el pliegue natural de la piel.

Finalmente, el PSi fue tomado inmediatamente arriba de la cresta iliaca, en la línea axilar media en una posición oblicua de aproximadamente a 45° del plano horizontal. Para realizar la medición se le pidió al participante que sostuviera su hombro derecho con la mano izquierda y mantuviera una postura firme pero relajada.

Datos del análisis de la composición corporal por bioimpedancia

El análisis de la composición corporal se hizo utilizando un equipo Bodystat 1500 MDD (*Body Composition Monitoring Unit, Bodystat Ltd.*). Se realizó inmediatamente después de las mediciones antropométricas y por lo general dos horas después de haber desayunado y antes de salir al descanso o de realizar la sesión de actividad física. Para la prueba, se pidió al participante que se quitara todo objeto metálico, como joyería, anillos o pulseras y que ingiera 30 ml de agua y se acostara sobre una cama portátil. El

antropómetra se aseguró de que las piernas y brazos del participante estuviesen separadas y colocó al participante dos electrodos en la mano derecha, uno sobre el nudillo del dedo medio y otro sobre la muñeca al lado de la cabeza del cúbito y dos electrodos en el pie derecho, uno sobre el segundo dedo del pie y el otro sobre el tobillo justo en la zona media de los maléolos lateral y medial. El análisis de bioimpedancia arrojó el dato de resistencia y reactancia con los que se calculará la masa magra y grasa.

Datos socioeconómicos

Para obtener los datos sociales y económicos que se usaron en esta tesis, se aplicaron encuestas elaboradas y revisadas por los investigadores del Laboratorio de Somatología del Departamento de Ecología Humana del Cinvestav y por investigadores de la Universidad de Loughborough en Reino Unido, con quienes se tuvo colaboración académica. Las encuestas (Anexo 2) fueron aplicadas a las madres de los participantes, en su casa.

Caracterización de las variables directas y derivadas

La base de datos utilizada fue elaborada y revisada por el equipo de investigación del Laboratorio de Somatología. Para fines de esta tesis, se utilizaron únicamente las variables de interés para desarrollar los objetivos y se crearon otras a partir de las originales (llamadas derivadas). En la Tabla 3 se muestra las variables que serán utilizadas en este estudio, su tipo y clasificación.

Tabla 3. Variables antropométricas directas y derivadas, de condiciones socioeconómicas y de vivienda y biológicas de la infancia

Nombre (abreviatura, unidad*)	Tipo de variable	
Directas		
Peso (kg)	Continua	N/A
Talla (cm)	Continua	N/A
Talla sentado (TS, cm)	Continua	N/A
Circunferencia de cintura (CC, cm)	Continua	Dependiente
Pliegue tricípital (PT, mm)	Continua	Dependiente
Pliegue subescapular (PSe, mm)	Continua	Dependiente
Pliegue suprailíaco (PSi, mm)	Continua	Dependiente
Derivadas		
Talla para la edad (T/E, pz y percentil)	Continua	Independientes [‡]
Largo de pierna (LP, cm)	Continua	Independientes
LP para la edad (LP/E, pz y percentil)	Continua	Independientes [‡]
Largo relativo de pierna (LRP; %)	Continua	Independientes
LRP para la edad (pz y percentil)	Continua	Independientes [‡]
Variables de adiposidad		
CC para la edad (CC/E, pz y percentil)	Continua	Dependiente
Índice de cintura/talla (ICT, %)	Continua	Dependiente
PT para la edad (PT/E, pz y percentil)	Continua	Dependiente
PSe para la edad (PSe/E, pz y percentil)	Continua	Dependiente
PSi para la edad (PSi/E, pz y percentil)	Continua	Dependiente
SumPT+PSe para edad (pz y percentil)	Continua	Dependiente
% de grasa corporal (%GC, %)	Continua	Dependiente
Índice de masa grasa (IMG, kg/m ²)	Continua	Dependiente
Índice de masa corporal (IMC, kg/m ²)	Continua	Dependiente
Variables de condiciones socioeconómicas y de la vivienda		
Índice de hacinamiento	Continua	Independiente
Años de estudio de la madre	Continua	Independiente
Número de niños en casa	Nominal	Independiente
Condición socioeconómica (CSE)	Nominal	Independiente
Variables biológicas de la infancia		
Tiempo de lactancia materna exclusiva [§]	Continua	Independiente
Orden de nacimiento	Nominal	Independiente
Peso al nacer (kg)	Continua	Independiente

* Se presenta abreviatura de la variable y unidad de medición entre paréntesis, cuando corresponda; pz: puntaje z; [‡] fueron dependientes en los modelos de regresión lineal múltiple; CC: circunferencia de cintura; PT: pliegue tricípital; PSe: pliegue subescapular; PSi: pliegue suprailíaco; SumPT+Se: suma de pliegues tricípital y subescapular; [§] tiempo en meses.

Las ecuaciones para el cálculo de las variables derivadas fueron las siguientes:

$$LP \text{ (largo de pierna)} = \text{talla} - \text{talla sentado} \quad (5.1)$$

$$LRP \text{ (largo relativo de pierna)} = \frac{LP}{Talla} \times 100 \quad (5.2)$$

$$ICT \text{ (índice cintura/talla)} = \frac{\text{circunferencia de cintura}}{Talla} \quad (5.3)$$

La masa libre de grasa fue calculada usando la ecuación (5.4) propuesta por Ramírez *et al.*, (2012), que se obtuvo de la participación de 336 niños mexicanos de origen indígena y no indígena de 6 a 14 años de edad de regiones del norte, centro y sur de la República Mexicana y fue contrastada con la técnica de dilución de óxido de deuterio que se considera el estándar de oro en el modelo de dos compartimentos de composición corporal. El uso de esta fórmula es adecuado en esta tesis porque en su diseño se empleó una muestra de niños comprendidos en el mismo grupo etario y de origen maya. Una ventaja es que solamente emplea la resistencia (proporcionada por bioimpedancia), estatura y peso del individuo; además, tiene una precisión de 1.43 kg, un sesgo de 0.095 kg y un alto coeficiente de determinación ($R^2=0.96$), con respecto a la técnica de dilución de óxido de deuterio.

$$MLG \text{ (masa libre de grasa, kg)} = 0.661 \times \frac{\text{Talla}^2(\text{cm})}{\text{Resistencia}(\Omega)} + 0.200 \times \text{peso (kg)} - 0.320 \quad (5.4)$$

La masa grasa fue calculada de la siguiente manera:

$$MG \text{ (masa grasa, kg)} = \text{peso(kg)} - MLG(\text{kg}) \quad (5.5)$$

Luego se obtuvieron los índices derivados:

$$IMG \text{ (índice de masa grasa, kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{masa grasa (kg)}}{\text{talla}^2 \text{ (m)}} \quad (5.6)$$

$$\%GC \text{ (porcentaje de grasa corporal)} = \frac{\text{masa grasa (kg)}}{\text{peso (kg)}} \times 100 \quad (5.7)$$

Se calcularon puntajes z (pz) de talla, largo de pierna (LP), largo relativo de pierna (LRP), circunferencia de cintura (CC), PT, PSe, PSi y suma de los pliegues tricipital y subescapular (SumPT+PSe) usando la referencia antropométrica específica para edad y sexo (Frisancho, 2008), la cual está basada en datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición III de 1994-1998 de Estados Unidos (NHANES III, *National Health and Nutrition Examination Survey III*). Esta encuesta, en la que participaron niños a partir de los 2 años de edad, es la única que incluyó niños mexicano-estadounidenses.

A partir de los puntos de corte (Tabla 4) propuestos por Frisancho (2008) se determinó el estado biológico de los niños (Anexo 3). De esta forma, a los niños que estuvieron por debajo del percentil 5 ($pz < -1.650$) del indicador talla para la edad (T/E) se les clasificó en desmedro. Los que se encontraron por arriba del percentil 85 y 95 ($pz > +1.036$ y $pz > +1.645$) de IMC para la edad, fueron clasificados con sobrepeso y obesidad, respectivamente. Aquellos niños que se encontraron por encima del percentil 95 ($pz > +1.645$) de la sumatoria de pliegues fueron clasificados en excesiva adiposidad. Se clasificó a los niños en obesidad abdominal cuando la CC para la edad fue mayor al percentil 95.

Adicionalmente, para comparar las prevalencias de desmedro, sobrepeso y obesidad de los niños estudiados con las prevalencias nacionales y estatales, se calcularon puntajes z de T/E e IMC para la edad en base a los patrones de crecimiento

de la OMS (OMS, 2016) y siguiendo la metodología propuesta por las encuestas nacionales mexicanas: Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008 (Shamah Levy, 2010) y Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (Gutiérrez *et al.*, 2012). Estas encuestas, basadas en la recomendación de la OMS (WHO Multicentre Growth Reference Study Group, 2006), sugieren que el punto de corte para clasificar a un niño con desmedro sea T/E menor al puntaje z -2, mientras que para clasificarlo en sobrepeso y obesidad, el puntaje z de IMC para la edad sea mayor a +1 y +2, respectivamente.

Caracterización de las variables socioeconómicas y biológicas de la infancia

Las variables de condición socioeconómica y de vivienda (Tabla 3) que se usaron fueron índice de hacinamiento, número de años cursados en la escuela por la madre, número de niños en casa y condición socioeconómica (CSE) de las familias.

El índice de hacinamiento es el número de personas que habita la casa dividido entre el número de habitaciones exclusivas para dormir y el punto de corte usado en esta tesis, para indicar que una casa está en hacinamiento, siguiendo la propuesta de la CONAPO (Téllez Vázquez *et al.*, 2012) fue ≥ 2 .

Tabla 4. Puntos de corte para las categorías del estado nutricional

Categoría	Percentiles	Puntaje z
Bajo	Debajo del percentil 5	Menos de -1.650
Por debajo del rango	Percentil 5 a 15	Entre -1.645 y -1.040
Rango saludable	Percentil 15.1 a 85	Entre -1.036 y +1.030
Arriba del rango	Percentil 85.1 a 95	Entre +1.036 y +1.640
Excesivo	Por arriba del percentil 95	Mayor a +1.645

Fuente: Frisancho (2008), modificado por CAVG.

El número de años de estudio de la madre se consideró a partir del primer año de primaria en adelante, excluyendo los años reprobados. El número de niños en casa

es una variable nominal que se construyó incluyendo todos los niños menores de 13 años de edad que habitaban la casa de las familias estudiadas, incluyendo a Ego (la o el niño participante en este estudio), sin dar importancia al parentesco que tengan con éste; sus categorías fueron: 1) un niño en casa, 2) dos niños en casa, 3) tres niños en casa, y 4) cuatro o más niños en casa.

Para la construcción de la variable condición socioeconómica (CSE) se consideraron variables relacionadas con las características de la vivienda y posesiones muebles en el hogar. Esta variable se construyó siguiendo la estructura socioeconómica interna de la muestra y por ningún motivo la categorización de la misma debe referir al más bajo o más alto nivel de todo el espectro de categorías socioeconómicas existentes en la población de Mérida. La variable CSE fue clasificada como baja, media y alta a partir de características con capacidad discriminante de las viviendas y posesiones de los participantes. Debido a que se seleccionaron principalmente participantes del sur de la ciudad de Mérida, la muestra resultó homogénea en términos socioeconómicos. Por esta razón se usaron variables que indiquen, de manera selectiva, a las familias con características socioeconómicas muy precarias para diferenciar a participantes que pertenecieron a familias con mayor nivel socioeconómico.

Los participantes fueron clasificados en CSE baja (n=43, 16.5%) cuando tuvieron al menos una de las siguientes características: beber agua potable (n=8, 3%), cocinar fuera de la casa o en el patio (n=14, 5.3%), practicar fecalismo al aire libre (n=22, 8.5%), tener piso de tierra (n=2, 0.7%), techo de metal o cartón (n=5, 2%) y pared de metal o cartón (n=2, 0.8%), no tener teléfono celular (n=9, 3.4%), no poseer televisión (n=6, 2.3%). Estas características indican condiciones socioeconómicas muy desfavorables.

Para seleccionar individuos que pertenecieron a la categoría CSE alta (n=43, 16.5%), se consideraron participantes cuyas familias tuvieran al menos una de las siguientes características socioeconómicas: servicio de teléfono fijo (n=32, 12.3%) y aire acondicionado en sus viviendas (n=22, 8.4%). Esta categoría se construyó tomando solamente estas dos variables porque representaron en la muestra características destacables. Tener servicio de telefonía fija y aire acondicionado en esta muestra fue poco frecuente, posiblemente porque son bienes que implican mayor consumo de energía eléctrica. El resto de los participantes fueron agrupados en la categoría CSE media (n=174, 66.9%).

Las variables biológicas de la infancia que se utilizaron fueron tiempo de lactancia materna exclusiva, peso al nacer (kg) y orden de nacimiento. La primera, es el tiempo en meses que la madre amamantó a Ego, cuando la leche otorgada fue exclusivamente del seno materno y no se le dio ningún otro alimento; salvo soluciones para rehidratación oral y medicamentos cuando fuere necesario.

Se preguntó a la madre el peso al nacer de Ego, verificado en los registros de nacimiento, cuando estuvieron disponibles (54%, n=143). La variable orden de nacimiento se categorizó como: 1) ser el primer hijo, 2) segundo, 3) tercero y 4) cuarto o más.

Análisis estadístico

Se obtuvo estadística descriptiva de las variables antropométricas, socioeconómicas y de las características de vivienda para describir el crecimiento y proporcionalidad corporal de las niñas y niños estudiados y el contexto en que viven.

Las variables continuas que formaron parte de pruebas paramétricas fueron exploradas para identificar su distribución haciendo uso del escrutinio gráfico y las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Si las variables no tuvieron distribución normal se optó por estadística no paramétrica.

Se utilizaron pruebas de comparación de medias (t de Student y ANOVA) para describir e identificar diferencias en las variables de crecimiento, proporcionalidad corporal y adiposidad por sexo y grupos de edad.

Para identificar los factores de tipo ambiental que se relacionan con las variables de crecimiento lineal (talla y LP) y de proporcionalidad corporal (LRP), se tomó como punto de partida un enfoque exploratorio al realizar modelos de regresión lineal simple de todas las variables independientes de manera individual sobre cada variable dependiente (Anexo 3). A partir de las relaciones encontradas se construyeron modelos de regresión múltiple que incluyeron las variables independientes que mejor explicaron las dependientes. En todos los modelos se introdujo la talla materna para tomar en cuenta este factor.

Los modelos reportados en este trabajo se seleccionaron en base al siguiente procedimiento: 1) se introdujeron al modelo todas las variables independientes que resultaron significativas en los modelos lineales simples (Anexo 4), 2) se retiraron todas aquellas variables que no resultaron significativas en los modelos múltiples y 3) se añadieron las variables que han sido reportadas en la literatura por tener relación con las variables dependientes. Finalmente, los modelos múltiples reportados en este trabajo fueron los que cumplieron con los supuestos del modelo de regresión lineal múltiple, normalidad de los residuales, homocedasticidad y de ausencia de colinealidad utilizando el factor de inflación de la varianza (FIV) empleando como punto de corte un

valor no mayor a 2. Los pasos para la selección de los modelos se encuentran en el Anexo 5.

Para identificar si existe relación entre el crecimiento y adiposidad, y entre la proporcionalidad corporal y adiposidad, se calcularon cuartiles internos en la muestra, específicos para edad y sexo, de acuerdo a la talla y al LRP. Se llevaron a cabo análisis ANOVA para ver si existía diferencia significativa entre grupos y se procedió a identificar entre cuál (es) de ellos existió diferencia estadística mediante el análisis *post-hoc* de Tukey.

Para identificar relación entre la proporcionalidad corporal y adiposidad se elaboró una matriz de correlaciones de Pearson, que incluyó la talla y el LRP como variables independientes y variables de adiposidad (%GC, IMC, IMG, CC; ICT, PT, SumPT+PSe, ICC, IPSe/PT) como variables dependientes. Para las correlaciones significativas se ajustaron modelos de regresión lineal simple para medir el grado (β) de la relación y modelos de regresión lineal múltiple para tomar en cuenta el sexo y edad.

Para todas las pruebas estadísticas se estableció un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia de $P < 0.05$.

Consideraciones éticas

El Proyecto Doble Carga fue aprobado por el Comité de Bioética para el Estudio con Seres Humanos del Cinvestav. Adicionalmente se obtuvo la autorización de la Secretaría de Educación Pública para realizar el estudio en las escuelas de Mérida. Las madres de los participantes del estudio firmaron una carta de consentimiento informado sobre los riesgos y beneficios de participar en la investigación, obteniendo también el asentimiento verbal de los menores.

6. RESULTADOS

Descripción general de la muestra

Los niños estudiados fueron 260 (128 de ellos masculinos) que fueron medidos entre septiembre de 2011 y abril de 2015 y cuyas edades estuvieron comprendidas entre 6.01 y 8.97 años (\bar{x} =7.54; DE=0.83), de los cuales 18.5% (n=48) tuvieron piernas relativamente cortas (LRP bajo; Tabla 5).

Tabla 5. Conformación de la muestra por sexo, edad y largo relativo de pierna (LRP)

Edad (años)	LRP bajo		LRP adecuado		Total
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	
6	8	7	28	31	74
7	12	6	37	38	93
8	6	9	41	37	93
Subtotal	26	22	106	106	
Total	48		212		260

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5.

Características socioeconómicas de la muestra

La gran mayoría de las familias reportó tener vivienda propia (Tabla 6).

Tabla 6. Tenencia de la casa por largo relativo de pierna (LRP), en porcentaje (n)

Tipo de tenencia	Total	LRP bajo	LRP adecuado
Propia	75.0 (195)	64.6 (31)	77.4 (164)
Prestada	20.4 (53)	29.2 (14)	18.4 (39)
Rentada	3.5 (9)	4.2 (2)	3.3 (7)
Otro	1.2 (3)	2.1 (1)	0.9 (2)
Total	100.0 (260)	100.0 (48)	100.0 (212)

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5.

En general, las familias reportaron tener condiciones de sanidad adecuadas en sus viviendas (Tabla 7), porque un alto porcentaje de las familias reportó consumir agua purificada para beber (96.5%, n=251) en comparación con quienes consumieron agua entubada (3.5%, n=9). Tres de cada cuatro familias (76.9%; n=200) cuenta con un lugar

exclusivo dentro de la casa para cocinar, en comparación con 17.7% (n=60) que lo hace en el patio o en alguna pieza de la casa que se utiliza para otras funciones además de cocinar. La mayoría cuenta con al menos un baño con sumidero (85.3%, n=220) y piso firme en sus viviendas (98.9%, n=257).

Tabla 7. Condiciones de sanidad por largo relativo de pierna (LRP), en porcentaje (n)

Tipo de agua para beber	Total	LRP bajo	LRP adecuado
Purificada	96.5 (251)	95.8 (46)	96.7 (205)
Potable	3.5 (9)	4.2 (2)	3.3 (7)
Total	100.0 (260)	100.0 (48)	100.0 (212)
Lugar para cocinar			
Pieza exclusiva	76.9 (200)	77.1 (37)	76.9 (163)
Pieza multifuncional*	17.7 (46)	18.8 (9)	17.5 (37)
Patio**	5.4 (14)	4.2 (2)	5.7 (12)
Total	100.0 (260)	100.0 (48)	100.0 (212)
Tipo de sanitario			
Baño con sumidero	85.3 (220)	89.6 (43)	84.3 (177)
Fecalismo al aire libre	8.5 (22)	6.2 (3)	9.0 (19)
Letrina / fosa	6.2 (16)	4.2 (2)	6.7 (14)
Total	100.0 (258)	100.0 (48)	100.0 (210)
Tipo de piso			
Ladrillo / losa	57.7 (150)	64.6 (31)	56.1 (119)
Cemento	41.2 (107)	29.2 (14)	43.9 (93)
Tierra	0.8 (2)	4.2 (2)	0.0 (0)
Otro	0.4 (1)	2.1 (1)	0.0 (0)
Total	100.0 (260)	100.0 (48)	100.0 (212)

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5; *cuando la cocina es una pieza de la casa utilizada para otras funciones y no únicamente para cocinar; ** hace referencia a un lugar fuera de la casa.

El índice de hacinamiento de las viviendas estudiadas fue en promedio de 3.08 (DE=1.40) mínimo de 1 y máximo de 10 habitantes por dormitorio. El 68.6% de las familias vive en hacinamiento (Tabla 8).

El material reportado de las viviendas de los participantes fue, en su mayoría, duradero pues 94.6% (n=245) expresaron tener techo firme, de bovedillas y cemento y 97.3% (n=253) pared firme, de bloques y cemento (Tabla 9).

Tabla 8. Condiciones de hacinamiento de las viviendas, en porcentaje (n)

	Total	LRP bajo	LRP adecuado
Con hacinamiento	68.6 (177)	63.0 (29)	69.8 (148)
Sin hacinamiento	31.4 (81)	37.0 (17)	30.2 (64)
Total	100.0 (258)	100.0 (46)	100.0 (212)

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5.

Tabla 9. Material de las viviendas por largo relativo de pierna (LRP), en porcentaje (n)

Techo	Total	LRP bajo	LRP adecuado
Bovedillas y cemento	94.6 (245)	95.8 (46)	94.3 (199)
Otro	3.5 (9)	2.1 (1)	3.8 (8)
Metal / cartón	1.9 (5)	2.1 (1)	1.9 (4)
Total	100.0 (259)	100.0 (48)	100.0 (212)

Pared	Total	LRP bajo	LRP adecuado
Bloques y cemento	97.3 (253)	97.9 (47)	97.1 (206)
Otro	1.9 (5)	0.0 (0)	2.4 (5)
Metal / cartón	0.8 (2)	2.1 (1)	0.5 (1)
Total	100.0 (260)	100.0 (48)	100.0 (212)

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5.

Más del 80% ($n \geq 36$) de las familias reportó tener electrodomésticos básicos como lavadora, estufa y refrigerador (Tabla 10). Aunque un porcentaje bajo de las familias cuentan con teléfono fijo, la mayoría (96.5%, $n=251$) tuvo al menos un teléfono móvil. Artículos como equipo de aire acondicionado y computadora, que son bienes de mayor costo, sólo fueron reportados en 8.5% ($n=22$) y 19.1% ($n=49$) de las familias, respectivamente. El medio de transporte reportado con mayor frecuencia fue poseer al menos una bicicleta (67.3%, $n=173$).

El promedio de años escolares cursados por las madres de los niños fue de 8.3, con mínimo de 0 y máximo de 19 (sin incluir años repetidos ni los del preescolar). Cerca de la mitad de las madres (44.6%) estudió 9 años, lo que equivale a secundaria completa (Tabla 11).

Tabla 10. Porcentaje (n) de familias (n=260) que reportaron poseer bienes muebles por largo relativo de pierna (LRP)

Bienes muebles	Total	LRP bajo	LRP adecuado
Lavadora	86.2 (224)	87.5 (42)	85.8 (182)
Estufa	85.4 (222)	85.4 (41)	85.4 (181)
Refrigerador [§]	86.1 (223)	81.3 (39)	87.2 (184)
Teléfono fijo	12.3 (32)	16.7 (8)	11.3 (24)
Teléfono celular	96.5 (251)	95.8 (46)	96.7 (205)
Televisión	97.7 (254)	95.8 (46)	98.1 (208)
Televisión de paga [¥]	35.3 (91)	37.5 (18)	34.8 (73)
Aire acondicionado [§]	8.5 (22)	14.6 (7)	7.1 (15)
Computadora ^φ	19.1 (49)	22.9 (11)	18.2 (38)
Medios de transporte			
Automóvil ^φ	26.5 (68)	23.4 (11)	27.1 (57)
Motocicleta ^ψ	22.3 (57)	23.4 (11)	22.0 (46)
Bicicleta ^φ	67.3 (173)	62.5 (30)	68.4 (143)

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5; [§]n= 259; [¥]n=258; ^φn=257; ^ψn=256.

Tabla 11. Estudio de la madre, en porcentaje (n)

Años escolares	Total	LRP bajo	LRP adecuado
0	2.7 (7)	4.1 (2)	2.4 (5)
1 – 6	26.5 (69)	25.0 (12)	26.9 (57)
7 – 9	43.5 (113)	27.1 (13)	47.1 (100)
> 9	27.3 (71)	43.8 (21)	23.6 (50)
Total	100.0 (260)	100.0 (48)	100.0 (212)

LRP bajo: por debajo del percentil 5; LRP adecuado: \geq al percentil 5.

Características biológicas de los niños estudiados

Si bien los niños tuvieron mayor estatura que las niñas, los puntajes z son más bajos en ellos (Tabla 12).

Niños y niñas tuvieron puntajes z de talla por debajo de la media, -0.64 y -0.52, respectivamente. Se encontró que 11.9% (n=31) de los niños (ambos sexos) presentó desmedro y de acuerdo a los patrones de crecimiento de la OMS fue de 7.5% en niños y 7.8% en niñas.

Tabla 12. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y diferencias estadísticas (ANOVA de un factor) de características de crecimiento y proporcionalidad corporal, por grupo de edad

	Niños				Niñas			
	Edad (años)			F [‡]	Edad (años)			F [§]
	6 (n = 36)	7 (n = 49)	8 (n = 47)		6 (n = 38)	7 (n = 44)	8 (n = 46)	
Talla (cm)	115.20 (5.27)	119.78 (4.81)	126.43 (5.82)	47.66*	114.38 (4.18)	119.69 (6.07)	125.42 (6.30)	39.69*
Talla (pz)	-0.57 (0.85)	-0.75 (0.80)	-0.58 (0.96)	0.61	-0.47 (0.74)	-0.49 (0.99)	-0.60 (0.88)	0.25
Peso (kg)	22.61 (4.30)	26.18 (6.16)	30.71 (7.55)	17.38*	22.73 (4.36)	25.77 (5.63)	29.06 (8.39)	10.00*
Peso (pz)	-0.18 (0.85)	-0.19 (0.96)	-0.08 (0.93)	0.20	0.32 (0.79)	0.17 (0.88)	-0.03 (1.05)	1.49
TS (cm)	62.70 (2.62)	64.62 (2.76)	67.24 (2.61)	30.31*	61.80 (1.87)	63.96 (3.03)	66.50 (3.16)	29.70*
TS (pz)	-0.24 (0.79)	-0.57 (0.82)	-0.65 (0.75)	3.03	0.06 (0.64)	-0.02 (0.94)	-0.13 (0.88)	0.63
LP (cm)	52.44 (3.31)	55.16 (2.80)	59.19 (3.96)	42.08*	52.58 (2.89)	55.73 (3.51)	58.91 (3.67)	36.30*
LP (pz)	-1.27 (0.79)	-1.53 (0.74)	-1.37 (1.04)	-0.98	-0.82 (0.82)	-0.76 (0.96)	-0.81 (0.85)	0.05
LRP (%)	45.52 (1.29)	46.04 (1.17)	46.78 (1.35)	10.33*	45.94 (1.15)	46.53 (1.09)	46.95 (1.11)	8.53*
LRP (pz)	-0.99 (0.77)	-1.02 (0.77)	-0.86 (0.91)	0.50	-0.95 (0.78)	-0.88 (0.75)	-0.86 (0.76)	0.05

[‡]g.l. 2, 129; [§]g.l. 2, 125; * $P < 0.001$; pz: puntaje z; TS: talla sentado; LP: largo de pierna; LRP: largo relativo de pierna.

Los niños tuvieron mayor peso que las niñas, en edades de 7 y 8 años. Los puntajes z de peso fueron negativos en niños pero cercanos a la media de la referencia antropométrica; en el caso de las niñas, los puntajes z fueron positivos a los 6 y 7 años de edad.

La longitud de las piernas de las niñas fue ligeramente mayor que la de los niños a los 6 y 7 años, pero no a los 8 años de edad. Ambos sexos tuvieron puntajes z de largo de pierna negativos y más bajos que los obtenidos en talla, en niños de -1.27 a -1.53 y niñas de -0.76 a -0.82 siendo los varones quienes tuvieron los puntajes z de largo de pierna más bajos (Tabla 12).

Se encontró que 28.1% (n=73) de niños y niñas tuvieron piernas cortas, prevalencia mayor a desmedro.

En cuanto a proporcionalidad corporal, el largo relativo de pierna (LRP) muestra valores similares entre niños y niñas, con puntajes z negativos para ambos sexos, en niños de -0.86 a -1.02 y en niñas de -0.86 a -0.95, nuevamente fueron los varones quienes obtuvieron puntajes z menores.

Las variables de adiposidad corporal: el porcentaje de grasa corporal y el índice de masa grasa fueron mayores en las niñas que en niños, lo esperado para la edad. Los puntajes z de la circunferencia de cintura de niños y niñas estuvieron por arriba de la media (entre 0.48 a 0.83), siendo mayores en las niñas, encontrándose una prevalencia de obesidad abdominal para ambos sexos de 13.1% (n=34). El índice cintura/talla fue 0.50 en promedio en ambos sexos (Tabla 13) y 40.4% (n=105) de los participantes tuvo obesidad abdominal de acuerdo a este indicador.

Tabla 13. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y diferencias estadísticas (ANOVA de un factor) de características de adiposidad, por grupo de edad

	Niños			F [‡]	Niñas			F [§]
	Grupos de edad (años)				Grupos de edad (años)			
	6 (n = 36)	7 (n = 49)	8 (n = 47)		6 (n = 38)	7 (n = 44)	8 (n = 46)	
%GC	28.49 (5.77)	29.65 (6.59)	31.31 (6.18)	2.15	31.23 (5.70)	32.96 (5.28)	33.69 (6.55)	1.88
IMG (kg/m ²)	4.92 (1.66)	5.52 (2.19)	6.11 (2.24)	3.35 ^ϕ	5.50 (1.76)	5.95 (1.66)	6.35 (2.70)	1.68
IMC (kg/m ²)	16.94 (2.31)	18.09 (3.29)	19.03 (3.48)	4.55 ^ϕ	17.29 (2.56)	17.79 (2.48)	18.23 (3.84)	0.99
IMC (pz)	0.74 (0.92)	0.93 (1.11)	1.01 (1.02)	0.73	0.79 (0.94)	0.78 (0.86)	0.58 (1.14)	0.64
CC (cm)	57.10 (6.30)	60.70 (8.40)	64.20 (8.80)	7.93*	57.50 (6.50)	60.20 (7.20)	61.70 (10.20)	2.81
CC (pz)	0.48 (0.79)	0.56 (0.86)	0.64 (0.80)	0.39	0.78 (0.73)	0.83 (0.73)	0.66 (0.85)	0.57
ICT	0.49 (0.04)	0.50 (0.06)	0.50 (0.05)	0.50	0.50 (0.05)	0.50 (0.04)	0.49 (0.06)	0.55
PT (mm)	9.97 (3.99)	11.26 (4.91)	12.56 (4.64)	3.29 ^ϕ	11.71 (4.76)	13.23 (3.97)	13.74 (5.16)	2.05
PT (pz)	0.39 (0.75)	0.48 (0.71)	0.52 (0.62)	0.38	0.42 (1.00)	0.66 (0.71)	0.56 (0.83)	0.83
PSe (mm)	7.77 (4.43)	9.19 (6.07)	10.34 (5.64)	2.23	9.48 (5.22)	10.69 (4.39)	11.01 (6.83)	0.82
PSe (pz)	0.54 (0.76)	0.65 (0.76)	0.83 (0.74)	1.60	0.61 (0.82)	0.80 (0.71)	0.64 (0.91)	0.62
PSi (mm)	10.75 (6.84)	12.84 (8.51)	15.95 (8.46)	4.41 ^ϕ	13.20 (6.99)	15.04 (6.45)	15.38 (7.93)	1.06
PSi (pz)	1.06 (1.12)	1.24 (1.21)	1.60 (1.09)	2.46	1.30 (0.99)	1.34 (0.82)	1.03 (0.98)	1.40
SumPT+PSe (mm)	17.74 (8.16)	20.45 (10.58)	22.91 (9.68)	2.93	21.19 (9.67)	23.93 (7.98)	24.75 (11.66)	1.40
SumPT+PSe (pz)	0.18 (0.82)	0.35 (0.90)	0.46 (0.79)	1.15	0.56 (0.88)	0.79 (0.68)	0.63 (0.84)	0.90
ICC	0.90 (0.05)	0.90 (0.04)	0.89 (0.04)	1.83	0.89 (0.04)	0.89 (0.05)	0.86 (0.05)	5.09**
ICC (pz)	-0.18 (0.89)	-0.08 (0.79)	-0.02 (0.74)	0.37	-0.13 (0.75)	0.12 (0.96)	-0.10 (0.96)	0.99

[‡]g.l. 2, 129; [§]g.l. 2, 125; %GC: porcentaje de grasa corporal; IMG: índice de masa grasa; ^ϕP <0.05; IMC: índice de masa corporal; pz: puntaje z; CC: circunferencia de cintura; *P <0.001; ICT: índice cintura/talla; PT: pliegue tricípital; PSe: pliegue subescapular; PSi: pliegue suprailíaco; SumPT+PSe: suma de pliegue tricípital + subescapular; ICC: índice cintura/cadera; **P <0.01.

Los puntajes z del PT y SumPT+Se fueron positivos en ambos sexos y en las niñas se observaron valores más elevados en todos los grupos de edad (Tabla 13). Se encontró excesiva adiposidad en las y los participantes de acuerdo a los indicadores PT (7.3%, n=19), PSe (13.2%, n=34), SumPT+Se (10.8%, n=28) y, sobre todo, PSi (35.9%, n=93). Se encontró una prevalencia de sobrepeso de 20.7% y obesidad de 23.1% en ambos sexos.

Proporcionalidad corporal y su relación con las condiciones ambientales

Ya se ha planteado que la proporcionalidad es resultado de la interacción de factores genéticos y condiciones del ambiente como los sociales, económicos y biológicas. En este apartado se reportan los resultados encontrados sobre la relación entre LRP y las condiciones de vida y socioeconómicas de los participantes. Las Tablas 6 a la 10 muestran que tanto los niños con LRP bajo como aquellos con LRP adecuado, vivían en familias con similares condiciones de vivienda, sanidad, hacinamiento, posesiones en el hogar y escolaridad materna. Así, ambos grupos tienen condiciones de sanidad semejantes, tales como tipo de agua para beber, lugar para cocinar y tipos de sanitario y piso en la vivienda (Tabla 7), También tuvieron condiciones de hacinamiento parecidas y el tipo de material en la vivienda y de posesiones muebles en ambos grupos no fueron muy diferentes (Tablas 8, 9 y 10). Cerca de la mitad de las madres (48.1%) cuyos hijos tuvieron LRP adecuado completó la secundaria en comparación cerca de una de cada tres (29.2%) de las madres con hijos con LRP bajo. Pero encontré lo inverso en la categoría de estudios mayores a secundaria: un 23% de las madres cuyos hijos tuvieron LRP adecuado obtuvo estudios superiores a secundaria, pero 43% de madres cuyos hijos tuvieron LRP bajo estuvieron en esa categoría. Bajo

esta perspectiva, se observa que las características de vivienda, de sanidad y de posesiones en el hogar, fueron similares entre grupos de acuerdo al LRP. Después de agrupar por la variable CSE (Tabla 14), la media de talla, LP y LRP no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos ($P>0.05$), ni entre el grupo de CSE bajo en comparación con el grupo CSE alto ($P>0.05$).

Tabla 14. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y diferencias estadísticas (t de Student y ANOVA de un factor) de características de crecimiento y proporcionalidad corporal, por grupos de condición socioeconómica (CSE)

	CSE baja (n = 43)	CSE media (n = 174)	CSE alta (n = 43)	F	P*	t	P**
Talla (pz)	-0.61 (0.86)	-0.61 (0.87)	-0.44 (0.89)	0.68	0.510	-0.912	0.364
LP (pz)	-1.10 (0.90)	-1.11 (0.93)	-1.09 (0.94)	0.01	0.988	-0.092	0.927
LRP (pz)	-0.87 (0.84)	-0.90 (0.77)	-1.07 (0.80)	0.96	0.386	1.173	0.244

* Valor P de ANOVA de un factor, g.l. 2, 257; ** Valor P de prueba t de Student para muestras independientes entre CSE baja y CSE alta, g.l. 84; pz: puntaje z; LP: largo de pierna; LRP: largo relativo de pierna.

En el modelo de regresión múltiple obtenido, para talla en puntaje z, las variables introducidas explicaron el 18% de la variación de la variable (Tabla 15); el incremento de un centímetro de estatura materna se relacionó con uno de 0.06 desviación estándar (DE) de puntaje z de la estatura de sus hijos (lo que es igual a un incremento de 0.42 cm en la talla de los niños aproximadamente). A partir de ahora se hará uso de las conversiones de puntajes z a centímetros y viceversa, para facilitar la comprensión del texto utilizando como referencia a niñas de 7 años de edad; todas las conversiones son aproximadas. Los niños que provenían de familias con tres, cuatro o más niños en casa fueron 0.32 (1.9 cm) y 0.75 (4.6 cm) DE más bajos de estatura, respectivamente, en comparación con los casos en que Ego fue hijo único en casa. Se observó que la relación entre años de estudios maternos y estatura de los niños fue negativa y plana, el coeficiente β fue cercano a cero pero la relación significativa, mostrando que, por

cada año estudiado por la madre, los niños tienen 0.03 DE menos de estatura (-0.22 cm). El peso al nacer se relacionó positivamente con la estatura de los niños, de tal forma que el aumento de un kilogramo de peso al nacer se relacionó significativamente con un incremento de 0.27 DE (1.6 cm) de estatura entre los 6 y 8 años.

Tabla 15. Modelo de regresión lineal múltiple de talla (pz).

Variable	β	(IC 95%)		P	β -Est.
Talla de la madre (cm)	0.06	0.04	0.08	<0.001	0.34
No. niños en casa*					
2 niños	-0.16	-0.40	0.08	0.190	-0.09
3 niños	-0.32	-0.62	0.03	0.031	-0.15
4 niños o más	-0.75	-1.16	-0.34	<0.001	-0.22
Condición socioeconómica (CSE)‡					
CSE media	0.04	-0.24	0.33	0.766	0.02
CSE alta	0.21	-0.15	0.58	0.254	0.09
Años de estudio maternos	-0.03	-0.07	0.00	0.021	-0.12
Peso al nacer (kg)	0.27	0.07	0.47	0.007	0.16
(constante)	-9.94	-12.95	-6.94	<0.001	-

β -Est: Coeficientes estandarizados; *un niño como referencia; ‡CSE baja como referencia; $n = 253$; $F_{8, 244}=7.70$ ($P<0.001$); R^2 ajustada= 0.18.

El modelo para LP en puntaje z (Tabla 16) mostró que las variables incluidas explicaron 14% de la variación de esta variable. La relación con talla de la madre fue positiva, significando que por cada centímetro de estatura adicional de las madres el LP de los niños tuvo un aumento de 0.06 DE (0.25 cm).

Se observó también que el aumento de un año escolar de la madre se relacionó con una disminución de 0.05 DE (0.20 cm) de la longitud de la pierna de los niños y que en familias donde hay cuatro o más niños en casa, los participantes en el estudio tuvieron 0.45 DE (1.7 cm) menos de LP que los niños que viven en casas donde son los únicos niños.

El modelo de regresión lineal múltiple de LRP% fue ajustado por sexo y edad (Anexo 6) y no se describirá por ser muy similar al del LRP (pz); éste último será

explicado a continuación, considerándolo preferible para reportar en esta tesis porque utilizar puntajes z, estandariza para sexo y edad.

Tabla 16. Modelo de regresión lineal múltiple de largo de pierna (pz)

Variable	β	(IC 95%)		P	β -Est.
Talla de la madre (cm)	0.06	0.04	0.08	<0.001	0.35
No. niños en casa*					
2 niños	-0.23	-0.50	0.02	0.079	-0.12
3 niños	-0.19	-0.52	0.12	0.222	-0.08
4 niños o más	-0.45	-0.90	-0.00	0.046	-0.12
Condición socioeconómica (CSE)‡					
CSE media	0.10	-0.20	0.42	0.504	0.05
CSE alta	0.15	-0.24	0.55	0.454	0.06
Años de estudio maternos	-0.05	-0.08	-0.01	0.006	-0.17
Peso al nacer (kg)	0.15	-0.06	0.36	0.163	0.08
(constante)	-10.34	-13.51	-7.17	<0.001	-

β -Est: Coeficientes estandarizados; *un niño como referencia; ‡CSE baja como referencia; $n = 253$; $F_{8, 244}=5.69$ ($P<0.001$); R^2 ajustada=0.13.

En este modelo (Tabla 17) las variables que se introdujeron explicaron 5% de su varianza y arrojó, como variables significativas, solamente la talla y los años de estudio de la madre. Con el aumento de un centímetro de la talla materna se observó un incremento de 0.03 DE del LRP (equivalente 0.05 de LRP%). Por otro lado, el aumento de un año de estudio de la madre se relacionó con una disminución de 0.04 DE del LRP (equivalente a -0.06 de LRP%).

Después de identificar los factores que se relacionan con el crecimiento y proporcionalidad corporal, a través de los modelos, a continuación, describiré la relación que hay entre la proporcionalidad corporal y la condición de salud de los niños, desde su nacimiento hasta la edad al momento del estudio, pues la historia de salud de un individuo es un factor importante para el crecimiento, en parte, porque las infecciones recurrentes pueden conducir a desnutrición crónica.

Tabla 17. Modelo de regresión lineal múltiple de largo relativo de pierna (pz)

Variable	β	(IC 95%)		P	β -Est.
Talla de la madre (cm)	0.03	0.01	0.05	0.001	0.21
No. niños en casa*					
2 niños	-0.14	-0.37	0.09	0.235	-0.08
3 niños	0.05	-0.23	0.33	0.712	0.02
4 niños o más	0.11	-0.28	0.51	0.581	0.03
Condición socioeconómica (CSE)†					
CSE media	0.13	0.01	0.05	0.338	0.08
CSE alta	0.01	0.01	0.05	0.933	0.00
Años de estudio maternos	-0.04	-0.07	-0.01	0.005	-0.18
Peso al nacer (kg)	-0.07	-0.26	0.11	0.464	-0.04
(constante)	-5.47	-8.37	-2.58	<0.001	-

β -Est: Coeficientes estandarizados; *un niño como referencia; †CSE baja como referencia; $n = 253$; $F_{8, 244}=2.75$ ($P=0.006$); R^2 ajustada=0.05.

Se presenta lo que las madres reportaron sobre la salud de Ego en su infancia, si fueron sanos o enfermizos desde el nacimiento hasta la edad en que participaron en el estudio. Se consideraron niños enfermizos al presentar afecciones como: catarro, tos, diarrea, así como infecciones de tipo respiratorias, intestinales, de la piel y de la boca cuando éstas habían estado presentes una o dos veces al mes (de diferentes afecciones o la misma con recaídas) entre la edad de 0 años hasta la actual. Se consideró a niños sanos cuando se enfermaban sólo una vez cada 2 o más meses de las afecciones mencionadas.

La mitad (51.9%, $n=135$) de niños con LRP adecuado fueron sanos en comparación con uno de cada ocho (11.9%, $n=31$) de los niños con LRP bajo (Figura 2) pero un mayor porcentaje (29.6%) de niños con LRP adecuado fueron reportados como enfermizos contra el 6.5% de niños con LRP bajo. Por lo tanto, no se encontró una relación entre las condiciones de salud en la infancia reportada por la madre y el LRP en esta muestra ($X^2=0.014$; g.l.=1; $P=0.906$).

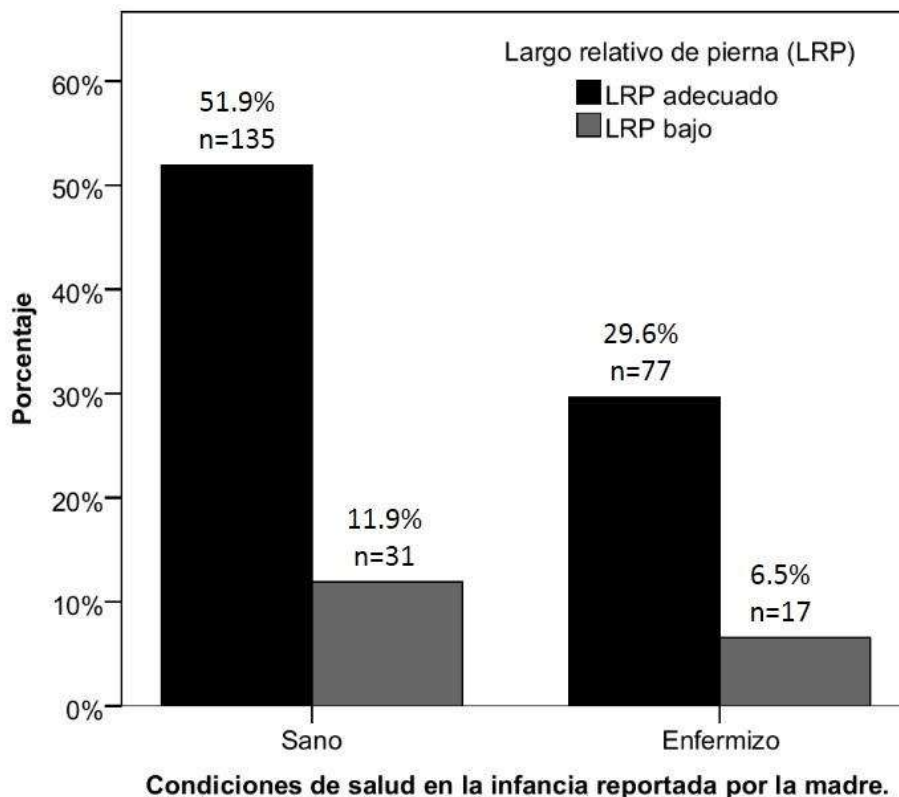


Figura 2. Condición de salud de los niños, del nacimiento a la fecha de estudio, reportada por la madre, por largo relativo de pierna, en porcentaje.

Relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad

Para identificar si existe relación entre la proporcionalidad corporal y la adiposidad, por sexo, se calcularon correlaciones de Pearson o Spearman (esta última cuando las variables no cumplían el supuesto de normalidad). La talla tuvo correlación positiva y estadísticamente significativa con las variables de adiposidad evaluadas (Tabla 18); a mayor estatura de los niños mayores niveles de adiposidad.

Cuando se corrieron las correlaciones entre LRP y los indicadores de adiposidad (Tabla 19), solamente el porcentaje de grasa se correlacionó positiva y significativamente con el LRP, indicando que a mayor LRP (pz) mayor porcentaje de grasa corporal.

Tabla 18. Correlaciones entre talla (pz) e indicadores de adiposidad

Indicador de adiposidad	Talla (pz)	
	Niños	Niñas
% grasa corporal	0.380*	0.356*
Índice de masa corporal (pz) [‡]	0.480*	0.508*
Índice de masa grasa (kg/m ²) [‡]	0.419*	0.433*
Circunferencia de cintura (pz) [‡]	0.589*	0.562*
Pliegue tricípital (pz)	0.387*	0.482*
SumPT+PSe (pz) [‡]	0.419*	0.473*

* $P < 0.05$; [‡]se utilizó correlación de Spearman; pz: puntaje z, SumPT+PSe: suma de pliegue tricípital + pliegue subescapular.

Tabla 19. Correlaciones entre largo relativo de pierna (LRP) en puntaje z e indicadores de adiposidad

Indicador de adiposidad	LRP (pz)	
	Niños	Niñas
% grasa corporal	0.178*	0.252*
Índice de masa corporal (pz) [‡]	0.026	-0.006
Índice de masa grasa (kg/m ²) [‡]	0.165	0.155
Circunferencia de cintura (pz) [‡]	0.133	0.123
Pliegue tricípital (pz)	0.074	0.072
SumPT+PSe (pz) [‡]	0.089	0.052

* $P < 0.05$; [‡]se utilizó correlación de Spearman; pz: puntaje z; SumPT+PSe: suma de pliegue tricípital + pliegue subescapular.

Si bien la relación entre LRP y % grasa corporal es positiva y estadísticamente significativa ($F_{1, 257}=22.07$; $P<0.001$) (Figura 3), el LRP explica solamente 7.9% de la variación del %GC. Cuando el modelo fue ajustado por sexo y edad ($F_{3,255}=11.93$; $P<0.001$) el porcentaje de varianza de %GC explicado se incrementó a 11.3% pero el coeficiente β del LRP fue ligeramente más bajo que el modelo no ajustado (1.03 versus 1.36):

LRP	$\beta = 1.03$; $P < 0.001$
Edad (años)	$\beta = 0.78$; $P = 0.104$
Sexo (niñas)	$\beta = 2.47$; $P = 0.001$

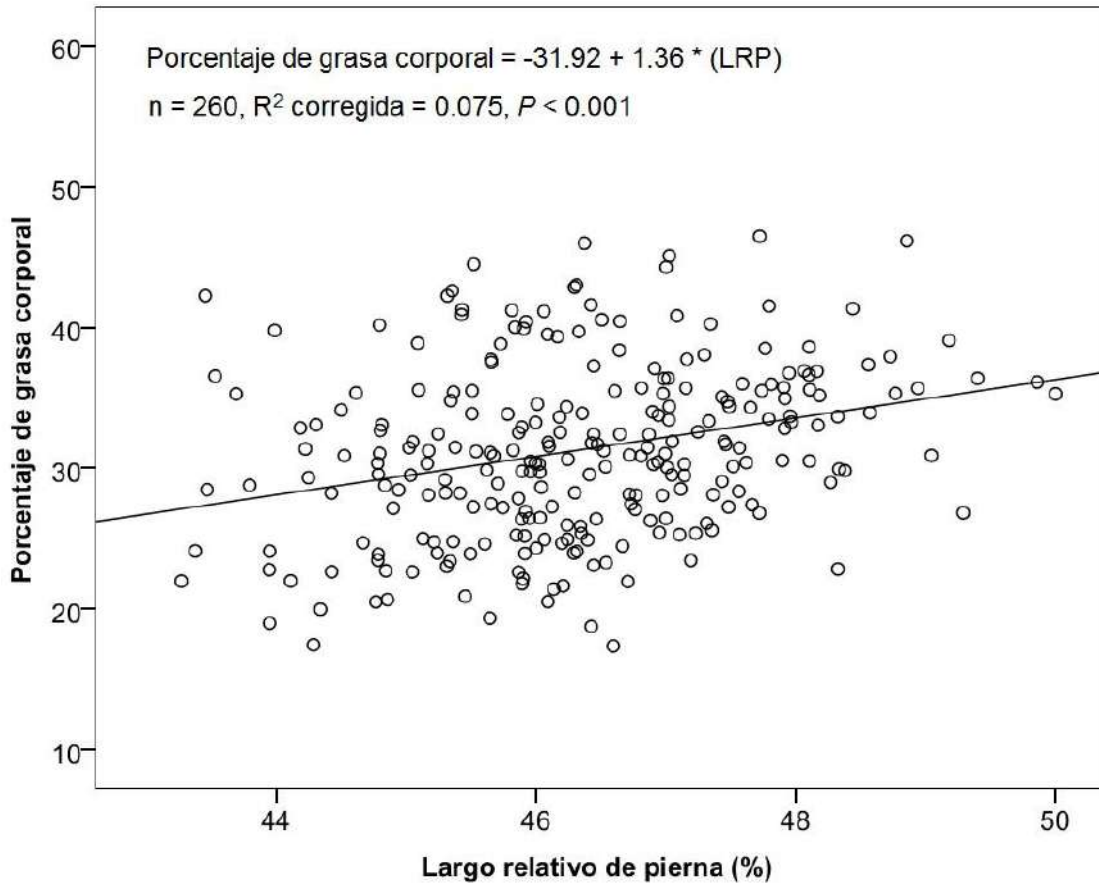


Figura 3. Dispersión del porcentaje de grasa corporal sobre el largo relativo de pierna (LRP)

Se calcularon cuartiles de talla estandarizados para edad y sexo (Tabla 20), agrupando en el primer cuartil (C1), a los niños que, para su edad y sexo, tuvieron los valores más bajos de estatura y en el cuarto cuartil (C4) a los más altos, y se encontró que los niños más altos, tuvieron, sistemáticamente, mayores promedios de adiposidad.

Adicionalmente, se calcularon cuartiles de LRP estandarizados para edad y sexo (Tabla 21). En el C1 se agruparon a los niños que tuvieron LRP más bajo y en el C4 a niños con LRP más alto. Los niños del C4 tuvieron significativamente mayor porcentaje de grasa corporal que los niños del C1 ($P < 0.05$).

Tabla 20. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y resultados de pruebas ANOVA y *post hoc* de Tukey de talla, largo relativo de pierna (LRP) y variables de adiposidad, por cuartil de talla

	C1 (n = 61)	C2 (n = 68)	C3 (n = 64)	C4 (n = 66)	F [‡]
Talla (cm)	113.67 (4.64)	118.51 (4.56) ^a	122.29 (4.69) ^{a,b}	127.14 (6.23) ^{a,b,c}	80.58*
LRP (%)	45.83 (1.21)	46.08 (1.18)	46.49 (1.08) ^a	46.90 (1.40) ^{a,b}	9.56*
Adiposidad					
%GC	28.30 (5.61)	30.71 (5.65)	31.77 (5.79) ^a	34.26 (6.57) ^{a,b}	11.08*
IMC (kg/m ²)	16.19 (2.07)	17.65 (2.67) ^a	18.23 (2.80) ^a	19.63 (3.75) ^{a,b,c}	15.36*
IMG (kg/m ²)	4.64 (1.49)	5.52 (1.76)	5.90 (1.89) ^a	6.92 (2.58) ^{a,b,c}	14.45*
CC (cm)	54.68 (5.06)	59.20 (6.53) ^a	61.68 (6.95) ^a	65.79 (10.11) ^{a,b,c}	24.91*
ICT	0.48 (0.04)	0.50 (0.05)	0.50 (0.06)	0.52 (0.07) ^a	4.62*
%GBrazo	29.73 (6.05)	34.32 (7.25) ^a	33.80 (7.91) ^a	36.25 (8.70) ^a	8.26*
PT (mm)	9.39 (3.21)	12.08 (4.03) ^a	12.43 (4.35) ^a	14.52 (5.62) ^{a,b,c}	14.42*
SumPT+PSe	16.51 (6.03)	21.35 (8.18) ^a	22.62 (8.84) ^a	27.07 (12.65) ^{a,b}	13.89*

C1-C4: cuartil estandarizado por edad y sexo; [‡]ANOVA g.l. 3,255 prueba *post-hoc* de Tukey: ^a: diferente del grupo C1; ^b: diferente del grupo C2; ^c: diferente del grupo C3; **P* < 0.001; %GC: porcentaje de grasa corporal; IMC: índice de masa corporal; IMG: índice de masa grasa; CC: circunferencia de cintura; ICT: índice de cintura/talla; %GBrazo: porcentaje de grasa braquial; PT: pliegue tricipital; SumPT+PSe: sumatoria de pliegues tricipital y subescapular.

Las variables de la distribución de grasa corporal subcutánea que se analizaron son el índice de pliegue subescapular/tricipital (IPSe/T), que indica una distribución troncal superior/periférica de la grasa y el índice de pliegue subescapular/suprailiaco (IPSe/Si) que indica una distribución troncal superior/inferior de la grasa. Para identificar si existe relación entre proporcionalidad corporal y distribución de grasa corporal se corrieron correlaciones entre LRP y los índices mencionados anteriormente (Tabla 22).

Se observó que el LRP tuvo correlación positiva y significativa con el IPSe/T en niños de ambos sexos a los 8 años de edad ($r= 0.211$, $P=0.043$); lo que indica que a mayor LRP mayor IPSe/T y, por lo tanto, un patrón de distribución de grasa subcutánea más troncal que periférica. El LRP tuvo correlación negativa y estadísticamente significativa con el IPSe/Si a los 7 años de edad en ambos sexos ($r = -0.225$, $P=0.031$); una distribución de grasa troncal más inferior que superior. Esta correlación fue más fuerte y significativa en niñas de 7 años ($r = -0.388$, $P=0.009$), esto indica que la grasa

corporal en niñas de 7 años con LRP mayores se distribuye mayormente hacia el abdomen en lugar de hacia la parte superior del tronco.

Tabla 21. Estadística descriptiva (media y desviación estándar) y resultados de pruebas ANOVA y *post hoc* de Tukey de largo relativo de pierna (LRP), talla y variables de adiposidad, por cuartil de LRP

	C1 (n = 63)	C2 (n = 62)	C3 (n = 68)	C4 (n = 66)	F [‡]
LRP (%)	44.84 (0.73)	45.90 (0.57) ^a	46.62 (0.59) ^{a,b}	47.86 (0.78) ^{a,b,c}	227.03*
Talla (cm)	117.14 (6.87)	120.76 (5.78) ^a	121.02 (7.06) ^a	123.04 (7.24) ^a	8.42*
Adiposidad					
%GC	29.24 (6.01)	31.58 (6.59)	31.44 (6.60)	32.89 (5.34) ^a	3.87*
IMC (kg/m ²)	17.83 (3.44)	18.33 (2.94)	17.72 (3.10)	17.98 (3.09)	0.45
IMG (kg/m ²)	5.36 (2.13)	5.94 (2.13)	5.72 (2.25)	6.03 (1.99)	1.26
CC (cm)	58.68 (8.47)	61.06 (8.01)	60.23 (8.75)	61.78 (8.27)	1.62
ICT	0.50 (0.05)	0.51 (0.06)	0.50 (0.06)	0.50 (0.05)	0.27
%GBrazo	32.40 (7.10)	33.65 (8.52)	34.13 (7.86)	34.17 (8.00)	0.70
PT (mm)	11.42 (4.28)	12.37 (4.77)	12.28 (4.93)	12.53 (4.95)	0.70
SumPT+PSe	20.38 (8.78)	22.81 (10.61)	22.01 (10.35)	22.70 (10.03)	0.80

C1-C4: cuartil estandarizado por sexo y edad; *[‡]ANOVA g.l. 3,255 prueba *post-hoc* de Tukey: ^a: diferente del grupo C1; ^b: diferente del grupo C2; ^c: diferente del grupo C3; **P* < 0.001; %GC: porcentaje de grasa corporal; IMC: índice de masa corporal; IMG: índice de masa grasa; CC: circunferencia de cintura; ICT: índice de cintura/talla; %GBrazo: porcentaje de grasa del brazo; PT: pliegue tricípital; SumPT+PSe: sumatoria de pliegues tricípital y subescapular.

Tabla 22. Correlaciones de Pearson o Spearman y valor *P* de la prueba entre largo relativo de pierna e indicadores de distribución de grasa corporal subcutánea

	IPSe/T	IPSe/Si
Total (n=260)	-0.039 (0.533) [‡]	-0.116 (0.062)
Grupo de edad (ambos sexos)		
6 años (n=74)	-0.102 (0.389) [‡]	-0.119 (0.314)
7 años (n=93)	-0.105 (0.316) [‡]	-0.225 (0.031)*
8 años (n=93)	0.211 (0.043)* [‡]	0.123 (0.242)
Niños por grupo de edad		
6 años (n=36)	-0.232 (0.173)	-0.295 (0.080)
7 años (n=49)	-0.110 (0.450) [‡]	-0.070 (0.632)
8 años (n=47)	0.240 (0.104) [‡]	-0.100 (0.502) [‡]
Niñas por grupo de edad		
6 años (n=37)	0.117 (0.490) [‡]	0.128 (0.451)
7 años (n=44)	-0.137 (0.375) [‡]	-0.388 (0.009)*
8 años (n=46)	0.226 (0.132) [‡]	0.209 (0.163)

IPSe/T: índice de pliegue subescapular/tricípital, IPSe/Si: índice de pliegue subescapular/suprailíaco; [‡]se utilizó *r* de Spearman para variables que no cumplieron el supuesto de normalidad; **P* < 0.05.

7. DISCUSIÓN

Los resultados reportados en el capítulo anterior evidencian que los niños participantes y sus familias provienen de estratos socioeconómicos medios a muy bajos. Esto es porque se encontraron, por un lado, viviendas en buenas condiciones y con acceso a servicios básicos y, por otro, viviendas muy pobres sin acceso a servicios.

Sin embargo, también se incluyeron familias de condición socioeconómica muy baja, porque se encontraron viviendas con materiales perecederos, como techos y paredes de lámina o cartón, pisos de tierra, falta de acceso al agua potable, práctica del fecalismo al aire libre, y altos niveles de hacinamiento. Esto se debió, en parte, a que en el Proyecto Doble Carga se seleccionaron principalmente participantes del sur de la ciudad de Mérida, zona que se ha caracterizado por los altos niveles de marginación, desigualdad social y segregación espacial de la ciudad (García Gómez y Ruiz Salazar, 2011).

Los mayas contemporáneos de Yucatán han vivido en condiciones de pobreza, con altos índices de marginación. En 2000 se reportó que 50% de la población maya mayor de 15 años no tuvo educación primaria, el 30% no tuvo acceso a agua entubada, 60% de las familias vivieron en hacinamiento y 20% de las viviendas tuvieron pisos de tierra (Lizama Quijano, 2012). La gente muere principalmente de enfermedades infecciosas y los ingresos de la población maya no suelen ser mayores a dos salarios mínimos, está en condiciones de marginación, en parte porque no hablan español, no tienen acceso a la educación y la alfabetización que les proporcione herramientas para prosperar social y económicamente en la cultura occidental, lo que se traduce en falta de oportunidades y de competencia y, finalmente, los mantiene en la pobreza

(Bracamonte y Sosa y Lizama Quijano, 2003). Este perfil se observó en parte de la muestra estudiada.

Características biológicas de los niños estudiados

Los niños y niñas en este estudio pertenecen a una muestra de la población con niveles de desmedro elevados y altas prevalencias de sobrepeso y obesidad. En proporcionalidad corporal, los niños estudiados presentaron una forma corporal conformada por estaturas bajas y piernas relativamente cortas. Si comparamos la prevalencia de desmedro en esta muestra, de 7.5% en niños y 7.8% en niñas (de acuerdo a los patrones de crecimiento de la OMS), ésta es similar a la prevalencia nacional, la cual fue de 8.6% en niños y 7.8% en niñas de la misma edad; sin embargo, la prevalencia de desmedro en este estudio es menor a la prevalencia estatal que fue de 24% en niños y 27.5% en niñas en 2008, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud en Escolares (Shamah Levy, 2010). Es probable que la prevalencia estatal de desmedro sea mayor a la de esta muestra debido a que, en la encuesta nacional, que fue representativa para todo el estado de Yucatán, se midieron niños en lugares con mayor grado de marginación, en comparación con los niños de la zona urbana de esta muestra.

Al analizar los datos de puntajes z de talla, largo de pierna y LRP de los participantes se observó que, si bien el promedio de puntaje z de talla es bajo, el de largo de pierna es aún menor (Tabla 12), lo que indica que gran parte de la deficiencia en crecimiento lineal se reflejó en sus piernas. Por ello consideramos que la deficiencia de crecimiento en estos niños es explicada en gran parte por el ambiente adverso en que se encontraron. Un estudio no representativo de Mérida llevado a cabo en 2010

con niños de entre 7 y 9 años de edad con apellidos mayas del sur de la ciudad, mostró puntajes z de talla para niños de -1.12 y niñas -1.20 y de talla sentado para niños -0.97 y niñas -0.51 (Wilson *et al.*, 2011), muy similares a los reportados en esta tesis, reforzando la evidencia de que podemos encontrar un crecimiento deficiente en niños pertenecientes a población con ascendencia maya.

Por otro lado, los niños y niñas de este estudio tuvieron altas prevalencias de sobrepeso (20.7%) y de obesidad (23.1%), mostrando que cerca de la mitad de los individuos (43.8%) resultaron con exceso de peso. La prevalencia nacional de sobrepeso fue de 17.9% y de obesidad de 14.2% (exceso de peso 32.1%) en niños y niñas de 6 a 8 años de edad de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2012 (Gutiérrez *et al.*, 2012). En la misma encuesta, con datos por entidad federativa, Yucatán tuvo una prevalencia de 22.4 y 22.7% de sobrepeso y obesidad, respectivamente (exceso de peso 45.1%), por lo que las prevalencias de sobrepeso y obesidad de los niños estudiados en este trabajo fueron similares al nivel estatal.

En cuando a indicadores de adiposidad, se tuvieron puntajes z de CC, PT y SumPT+PSe más elevados a los de la referencia antropométrica (Frisancho, 2008). Esto indica que, a nivel de la grasa central y subcutánea, estos niños tienen altos niveles de adiposidad. Las deficiencias en crecimiento, en conjunto con los elevados niveles de adiposidad de los niños de esta muestra, los ponen en un escenario muy riesgoso para su salud, existiendo factores y complejos procesos ambientales, biológicos y socioculturales por los que su población puede llegar a prevalencias de sobrepeso y desmedro de esta naturaleza (Varela-Silva *et al.*, 2007); en Mérida se han documentado muy pocos casos de doble carga nutricional (DCN) a nivel individual en

niños de 9 a 7 años de edad y una prevalencia alta (50-70%) de DCN a nivel familiar (Bogin *et al.*, 2014; Varela-Silva *et al.*, 2012; Wilson *et al.*, 2014). Las prevalencias estatales de desmedro y exceso de peso antes expuestas, sugieren que Yucatán, pero principalmente la capital podría tener una población con DCN a nivel poblacional porque pareciera que reúne las condiciones para que ocurra, sin embargo, aún es necesario saber las dimensiones del problema y los efectos a la salud de la DCN a nivel individual en población adulta.

Proporcionalidad corporal y su relación con las condiciones ambientales

Los resultados obtenidos en este tópico son congruentes con lo reportado en la literatura, dado que los factores ambientales y condiciones socioeconómicas influyen sobre la estatura de las poblaciones humanas (Bogin, 1999; Roche y Shumei, 2003a). El déficit en estatura en niños de 6 a 11 años de edad, encontrado en los estratos más bajos de acuerdo al índice de pobreza (*Poverty Income Ratio*) de EEUU, fue de 2 cm y estas deficiencias fueron más marcadas en el LRP (Roche y Shumei, 2003a). Gunnell y colaboradores (1998), estudiando una muestra de 2,990 niños británicos de entre 2 y 14 años de edad, encontraron que los niños que habían estado en el estrato socioeconómico más bajo (medido por el gasto en alimentos) habían tenido estaturas más bajas y esas deficiencias en estatura estaban principalmente dadas por las bajas longitudes de pierna, en comparación con las del tronco.

En este estudio no se encontraron diferencias significativas entre las medias de talla, largo de pierna y LRP entre los grupos de condición socioeconómica (Tabla 14), esto pudo estar ligado a que, como grupo, esta muestra fue homogénea en términos socioeconómicos. Por esta razón se procedió a modelar los factores ambientales que

explican mejor las variables de crecimiento longitudinal (talla y largo de pierna) y de proporcionalidad corporal (LRP) en puntaje z.

Modelo de regresión lineal múltiple de talla en puntaje z

De acuerdo con este modelo (Tabla 15), las variables que se relacionaron significativamente con el puntaje z de talla de los niños estudiados fueron número de niños en la casa, años de estudio de la madre, peso al nacer y talla materna. La variable más explicativa, después de la talla de la madre, fue el número de niños en casa, cuya relación negativa con el puntaje z de talla es congruente con la relación negativa entre el número de niños en casa y el puntaje z de talla (niños: $\beta = -0.057$; ± 0.02 ; $P = 0.003$; niñas: $\beta = -0.06$; ± 0.02 ; $P < 0.001$) en niños de una cohorte británica (*Boyd Orr*) de 2 a 14 años de edad reportada por *Gunnell et al.* (1998). Un estudio publicado más tarde llevado a cabo en la misma cohorte muestra que los niños únicos (niños: $\beta = 0.04$; IC 95% = 0.00-0.09; $P < 0.05$; niñas: $\beta = 0.06$; IC 95% = 0.03-0.10; $P < 0.01$) fueron significativamente más altos que los niños provenientes de familias con seis o más niños en casa (*Whitley et al.*, 2008).

Resultados similares a los anteriores fueron reportados en un estudio longitudinal de una cohorte británica que incluyó a 13,634 niños de 7 años de edad, en el que se encontró que el puntaje z de talla es 0.22 DE menor en niños que viven en casas con tres niños, en comparación con quienes vivían en casas con menos de tres niños (*Li et al.*, 2007). También se ha reportado, a partir de un estudio transversal que involucró a 698 niños de 11 a 16 años de edad de la región de Tuzla y Herzegovina, que la estatura es significativamente menor ($P < 0.001$) en niños que provienen de familias con tres

niños en casa en comparación con niños que fueron hijos únicos (Redžić y Hadžihalilović, 2007).

El número de niños en casa tiene influencia directa o indirecta en su crecimiento debido a que un mayor número de niños en casa significa mayor demanda de recursos para los padres, así como menor disponibilidad de éstos o los cuidadores principales de los niños para brindarles atención directa a los más pequeños (Becker, 1994). Se ha argumentado que en hogares con múltiples niños, se puede disminuir la demanda energética a través del crecimiento lento de los hijos entre el periodo infantil (justo después del destete) y la pubertad, seguido de un crecimiento más acelerado en la adolescencia para compensar el déficit de crecimiento en la niñez y para disminuir la demanda de recursos de los padres y así evitar la competencia por los recursos a nivel familiar (Gurven y Walker, 2006).

Otra variable que se relacionó negativa y significativamente con el puntaje z de talla de los niños fue el número de años de estudio de la madre. Este resultado es opuesto a la gran cantidad de evidencia empírica sobre los efectos positivos de la educación de los padres, especialmente de la madre, sobre la salud y el crecimiento de los hijos (por ejemplo, Kassouf y Senauer, 1996; Medrano *et al.*, 2008; Rona y Chinn, 1986; Vella *et al.*, 1992). En un estudio realizado en Mérida, se reportó que adolescentes de 9 a 17 años de edad cuyas madres alcanzaron estudios de preparatoria o más fueron 4.08 cm más altos que quienes tuvieron madres sin estudios o de nivel primaria (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2013), diferencia que es equivalente a un aumento aproximado de 0.55 DE en este grupo etario (tomando como media niñas de 13 años de edad).

Entre los aspectos de la educación materna que promueven un mejor crecimiento de los hijos (Thomas *et al.*, 1991) se encuentran que: 1) puede incrementar los ingresos familiares, aunque no siempre un mayor ingreso se relacione a un mejor crecimiento y 2) está relacionada con un mejor acceso y manejo de la información que provee a la madre de habilidades para cuidar de sus hijos. El último punto es apoyado por Glewwe (1999) quien estudió madres en Marruecos, concluyendo que la mayor educación materna mejoraba indirectamente el crecimiento de los hijos porque dotaba a sus madres de habilidades numéricas y de alfabetización para aprender a cuidar la salud de sus hijos.

También se ha argumentado que el ambiente socio-ambiental juega un papel muy importante en la relación educación materna y crecimiento de los hijos, Reed y sus colegas (1996) reportaron que, en su estudio de niños de 13 a 36 meses de edad, la educación materna se relacionó positivamente ($\beta = 0.47$; $P < 0.001$) con el peso para la edad (P/E) de los niños en el grupo socio-ambiental medio (medido por el tipo y riqueza de la localidad de origen) pero no en los grupos socio-ambiental bajo y alto; esto quizá sea debido a que los efectos de la educación de la madre sobre el crecimiento se anulan cuando los recursos son insuficientes o, por el contrario, abundantes.

Cochrane *et al.*, (1982) en su estudio con niños menores de 5 años de aldeas sudafricanas reportaron que la educación materna estaba negativamente relacionada al P/E, resultado inesperado para ellos y que atribuyeron a que las mujeres con mayor educación no eran casadas y porque 50% de los niños en malnutrición provenían de hogares sin el soporte paterno.

Después de explorar las posibles variables en la base de datos, no se encontraron elementos que den pistas sobre la relación negativa entre años de estudio

de la madre y la estatura de sus hijos, aun cuando se controló por variables relacionadas con características socioeconómicas y de la vivienda. Sin embargo, se puede especular que, dado que la muestra provino de estratos socioeconómicos bajos, el efecto de la educación materna sobre el crecimiento de los niños es nulo porque las familias no tienen los recursos financieros suficientes para una vigilancia adecuada de la salud de los niños, en este sentido, se retoma lo propuesto por Reed y colaboradores (1996) sobre el efecto nulo de la educación materna en los estratos socio-ambientales bajos.

Se afirma que el efecto es nulo porque el coeficiente β de la variable años de estudio maternos fue -0.03 DE, lo que equivale a -0.22 cm lo cual, si bien es estadísticamente significativo en el modelo ajustado, biológicamente no es importante, de acuerdo a que, según Frisancho (2008), una diferencia menor a ± 1.03 DE de la media (Tabla 4) representa un 'rango saludable'. Una diferencia ± 1.03 DE es equivalente a ± 6.2 cm tomando como referencia niñas de 7 años de edad.

El peso al nacer se relacionó positivamente con el puntaje z de talla de los niños estudiados en este trabajo, lo que concuerda con lo reportado por Li *et al.* (2007), quienes encontraron que el peso al nacer se relacionó positivamente con la estatura en puntaje z de niños británicos de 7 años de edad ($\beta=0.31$; ± 0.02 ; $P<0.001$). En el estudio en adolescentes llevado a cabo en Mérida, Yucatán (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2013), se reportó un resultado similar al que se encontró en esta tesis (Tabla 15), pues por cada kilogramo de peso al nacer, la talla incrementó 2.78 cm ($P<0.001$), lo cual es equivalente a un aumento aproximado de 0.37 DE de talla en ese grupo de edad (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2013).

La talla de la madre se relacionó positivamente con la estatura de los niños, como se reportó en el modelo respectivo (Tabla 15). Esto concuerda con la mayoría de estudios que reportan la relación entre esas variables, pues existe una relación positiva entre la estatura de los padres y la de sus hijos, lo que refleja la influencia intergeneracional sobre este rasgo en la descendencia (Azcorra *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2007; Roche y Shumei, 2003a).

Las variables que se introdujeron al modelo que no tuvieron relación estadísticamente significativa con la talla de los niños fueron índice de hacinamiento, que tuvo relación negativa (Anexo 5), condición socioeconómica y lactancia materna (Tabla 15). Gunnell *et al.* (1998), reportaron que el índice de hacinamiento estuvo relacionado negativamente al puntaje z de talla ($\beta = -0.07$; ± 0.03 ; $P = 0.035$) en niños de 2 a 14 años de edad y Li *et al.* (2007) encontraron que estar en hacinamiento (≥ 1.5 habitantes/dormitorio) se relacionó con 0.31 puntos de desviación estándar menos de estatura en niños de 7 años de edad, en comparación con niños que no estuvieron en hacinamiento.

Por otro lado, no se encontró una relación significativa entre la talla y condición socioeconómica; sin embargo, en otros estudios se obtuvo que el puntaje z de talla se relacionó positivamente con la clase social del padre (Gunnell *et al.*, 1998), indicador del nivel socioeconómico. Li *et al.* (2007) mostraron que niños británicos de 7 años pertenecientes a la clase obrera tuvieron 0.07 DE menos de talla que niños que tuvieron padres no pertenecientes a esa clase social ($P < 0.01$). Otro estudio reportó que la media de talla de niños de 11 a 16 años de edad fue significativamente mayor conforme la categoría de estándar de vida (construida a partir de la profesión de los padres y lo gastado en la canasta de consumo familiar) aumentaba de la categoría 'bajo' a la de

'alto' (Redžić y Hadžihalilović, 2007). Por lo anterior, existe evidencia para sostener que la clase social o el nivel socioeconómico está relacionado con el crecimiento de los niños, sin embargo, en este trabajo no se encontró tal relación, tal vez porque, como se mencionó anteriormente, la muestra proviene de una población socioeconómicamente homogénea, por ello se explicaría que el índice de hacinamiento tampoco estuvo relacionado significativamente con la talla de los niños estudiados.

Otra variable que no tuvo relación significativa con la talla de los niños estudiados en este trabajo fue el tiempo de lactancia materna en meses (Anexo 6), pero un estudio de la cohorte *Boyd Orr*, reportó que los niños alimentados con leche materna fueron más altos a las edades de 2 a 14 años en comparación con niños que nunca recibieron leche materna (niños: $\beta = 0.22$; IC 95%=0.09-0.36; $P < 0.01$ y niñas: $\beta = 0.18$; IC 95%=0.06-0.31; $P < 0.01$), después de ajustar por otras variables de tipo ambiental (Whitley *et al.*, 2008).

En relación a no haber encontrado significancia estadística entre la talla (pz) y el orden de nacimiento, este resultado concuerda con lo reportado por Gunnell *et al.* (1998), pero no con el reporte de Savage *et al.*, (2013), de que los primogénitos son más altos cuando están entre los 3 y 10 años de edad, en comparación con los nacidos en segundo y tercer lugar. Parece que no hay un consenso sobre el efecto del orden de nacimiento sobre el fenotipo de la descendencia en la niñez. En contraste, es más clara la relación entre el orden de nacimiento y el peso al nacer, porque los niños nacidos en primer y últimos lugares (6° lugar o más) son menos pesados al nacer que sus pares nacidos en posiciones intermedias (Roche y Shumei, 2003a; Seidman *et al.*, 1988; Selvin y Garfinkel, 1972).

Modelo de regresión lineal múltiple de largo de pierna en puntaje z

En el modelo final de longitud de pierna en puntaje z, se encontró que las variables estadísticamente significativas fueron número de niños en casa y número de años de estudio de la madre (Tabla 16), lo que concuerda con lo reportado en la literatura en estudios que se han mencionado en el apartado anterior (Gunnell *et al.*, 1998; Redžić y Hadžihalilović, 2007; Whitley *et al.*, 2008), en los cuales también se analizó la variable largo de pierna en puntaje z.

Gunnell y colaboradores (1998) reportaron que el número de niños en casa estuvo asociado negativamente con el puntaje z de largo de pierna (niños: $\beta = -0.05$; ± 0.019 ; $P = 0.013$; niñas: $\beta = -0.05$; ± 0.02 ; $P = 0.002$) mientras que Whitley *et al.* (2008) encontraron que solamente las niñas, como hijas únicas, habían tenido una longitud de pierna 0.06 (IC 95% = 0.03-0.10; $P < 0.01$) desviación estándar mayor que aquellas que fueron hijas de familias con seis o más niños en casa y Redžić y Hadžihalilović (2007) reportaron que el largo de pierna fue significativamente menor conforme aumentaba el número de niños en casa en una muestra de 698 niños de 11 a 16 años de edad estudiados en la región de Tuzla en Bosnia y Herzegovina.

Modelo de regresión lineal múltiple de largo relativo de pierna en puntaje z

En el modelo de LRP se encontró que la variable número de años estudiados por la madre se relacionó negativa y significativamente con el LRP en puntaje z de los niños, resultado similar al encontrado por Vázquez-Vázquez *et al.* (2013) en su estudio en Mérida sobre proporcionalidad corporal: Los niños de madres con un nivel educativo elevado tienen 0.27% menos de alto de rodilla/talla, en comparación con niños que tuvieron madres con nivel de educación básico o nulo. Si bien la edad de los

participantes estudiados y la variable de proporcionalidad corporal que se utilizó en esta tesis no son las mismas a las usadas por Vázquez-Vázquez y colaboradores (2013), se encontraron resultados similares entre los modelos que reportaron y los de esta tesis. Por ejemplo, resultan significativas un menor número de variables con coeficientes de determinación (R^2) más bajos en el modelo de proporcionalidad corporal que en el modelo de talla (cm), en el modelo índice de alto de rodilla/talla reportado por Vázquez *et al.* (2013) sólo el peso al nacer y el nivel educativo de la madre resultaron significativos, con $R^2=0.15$, mientras que en su modelo de talla fueron significativos peso al nacer, índice de hacinamiento, ascendencia maya y nivel educativo materno, con $R^2=0.69$. Es probable que la proporcionalidad corporal de los participantes de este estudio y los del estudio citado anteriormente, no sea tan sensible a la calidad del ambiente, como la talla, porque esta última se relacionó con más factores de tipo socioeconómico, de la vivienda y biológicos de la infancia. Esta afirmación no busca contradecir el grueso de la evidencia que existe sobre la utilidad de la proporcionalidad corporal como marcador biológico de la calidad del ambiente entre las poblaciones humanas (Bogin *et al.*, 2002; Bogin y Varela-Silva, 2010; Gunnell *et al.*, 1998; Leitch, 2001) sino mostrar que, en esta muestra, con los factores socioeconómicos (bajo), de ascendencia (maya) y de edad (6 a 8 años) controlados, la talla estuvo más influida por esos factores que el LRP.

Otro estudio llevado a cabo en Wrocław, Polonia, que incluyó un total de 610 niños y niñas entre 7 y 18 años de edad, reportó que solamente el nivel de educación del padre había estado positivamente relacionado con el LRP (%) en ambos sexos, de tal manera que los niños de padres con estudios a nivel técnico o de bachillerato tuvieron significativamente menor LRP (%) que los niños de padres con categorías de

estudio más elevadas, como la universidad (Kozieł *et al.*, 2016). Este estudio presenta resultados contrarios a los obtenidos en esta tesis y los reportados por Vázquez-Vázquez *et al.*, (2013) quizá porque los niños yucatecos estudiados en estos trabajos tienen una proporcionalidad corporal y viven en ambientes muy diferentes a los niños polacos estudiados por Kozieł *et al.* (2016), la prueba de diferencia de medias indica que para todos los grupos de edad y sexo comparables, el LRP de los niños polacos fue significativamente mayor ($t > -12.4$; $P < 0.001$) al de los estudiados en esta tesis, indicando que los niños polacos tienen piernas relativamente más largas porque es muy probable que estén en mejores condiciones de vida.

En un estudio hecho en Cobá, comunidad del estado de Quintana Roo, que incluyó 63 niños mayas de 3 a 5 años de edad medidos en escuelas preescolares, se reportó que, si bien la relación entre LRP (%) y el número de niños en casa fue negativa y marginalmente significativa (R^2 ajustada=0.10, $\beta = -0.79$, $P = 0.053$), ninguna de las otras variables etnográficas analizadas en ese estudio, tales como duración de la lactancia materna, peso al nacer y educación materna, mostraron relación significativa con el LRP (Krumrine, 2017). Quizá la autora del trabajo no halló relación entre LRP y las demás variables etnográficas porque a la edad de 3 a 5 años la proporcionalidad corporal aún no muestra influencias del ambiente y, para que eso ocurra, los niños deben tener al menos 6 años de edad (Bogin *et al.*, 2002).

En esta tesis no se encontró relación entre las condiciones de salud en la infancia reportadas por la madre y el LRP. En contraste, Wadsworth y colaboradores (2002) en un estudio que involucró 2,879 adultos británicos de 43 años de edad de una cohorte nacida en 1946, reportaron que los individuos que sufrieron alguna enfermedad grave en la infancia tuvieron menor longitud de pierna y tronco en comparación con

quienes no se enfermaron de gravedad. En este estudio se consideró enfermedad grave cuando el evento duró más de 3 meses o requirió atención hospitalaria mayor a un mes, entre el nacimiento y los 59 meses de edad. Los autores concluyeron que la asociación fue más fuerte con la longitud del tronco.

Relación entre proporcionalidad corporal y adiposidad

En este trabajo se encontró que la estatura de los niños se correlacionó positivamente con los indicadores de adiposidad (%GC, IMC, CC, PT y SumPT+PSe) incluso después de controlar por sexo y edad pues los niños que se encontraron en el C4, los más altos, tuvieron significativamente mayores niveles de adiposidad que los del C1 al C3, por lo tanto, los resultados de esta tesis concuerdan con la Evidencia Positiva esbozada en el Marco teórico (Bosy-Westphal *et al.*, 2009; Metcalf *et al.*, 2011; Navti *et al.*, 2014; Navti *et al.*, 2015; Pliakas y McCarthy, 2010; Wells y Cole, 2014).

De acuerdo al patrón de crecimiento que se espera para niños entre 6 y 8 años de edad, caracterizado en términos de talla y adiposidad por una tasa relativamente constante y niveles bajos, respectivamente (Lejarraga, 2012), es de esperarse que los más altos tengan mayor cantidades de grasa, especialmente antes de la pubertad, pues a la edad de 3 a 10 años los niveles de adiposidad no varían de manera irregular, como ocurre en la adolescencia (Bogin, 1999). Por lo tanto, es posible que el crecimiento de los niños estudiados en esta tesis, relacionado positivamente con la adiposidad, se comporte de manera similar al de los niños involucrados en los estudios reportados por los dos autores citados anteriormente. Sin embargo, para entender los resultados de adiposidad encontrados en esta tesis, es necesario poner en contexto aspectos ambientales que pueden conducir al exceso de peso.

Estudios no representativos sobre el estado nutricional de la población maya de Mérida indican que gran parte de su dieta está basada en un consumo elevado de grasa y azúcares (especialmente azúcares simples en forma de refrescos embotellados), y baja en fibra y micronutrientes como resultado de un alto consumo de alimentos industrializados (Azcorra *et al.*, 2013b; Bogin *et al.*, 2014). Esto se debe, en parte, a la globalización de la dieta y la entrada a Yucatán de compañías alimentarias, que en su mayoría ofrecen productos densamente energéticos y pobres en micronutrientes (Leatherman y Goodman, 2005); todos estos factores son parte de la causa de la elevada prevalencia de exceso de peso, que puede tener relación con los indicadores de crecimiento.

En primer lugar, porque es posible que el sobrepeso esté conduciendo a una mayor ganancia de estatura en los niños con algún grado de exceso de peso (Navi *et al.*, 2014), pues un consumo energético mayor al necesario para alcanzar un crecimiento lineal adecuado, provocaría un excedente de energía que podría estar siendo almacenado como grasa, resultando en una correlación positiva entre la talla y la adiposidad en los estudios transversales (Freedman *et al.*, 2004). Es probable que la correlación positiva entre talla y adiposidad encontrada en los niños participantes en esta tesis marche a la par con el razonamiento planteado anteriormente.

En el modelo de regresión lineal múltiple de talla (Tabla 15) se encontró que los niños más altos fueron quienes tuvieron familias con menor número de niños, por lo que es posible que gran parte de la mayor grasa corporal encontrada en los niños más altos esté ligada al hecho de que se encontraron en mejores condiciones sociales, económicas y biológicas, en comparación con sus pares con menor estatura que tuvieron familias con mayor número de niños. A pesar de que un menor número de

niños en casa favorece su crecimiento, un mejor crecimiento estuvo relacionado a mayores niveles de adiposidad, lo que puede estar ligado, a su vez, a una mayor disponibilidad de recursos a nivel intrafamiliar (Becker, 1994; Gurven y Walker, 2006), pero posiblemente estos recursos no tengan una mejor calidad nutricional.

Es posible que los niños con mayor adiposidad tengan una maduración sexual más temprana (Roche y Shumei, 2003a). En Mérida, Yucatán, Datta y colaboradores (2015) encontraron mayores niveles de adiposidad en niñas que habían tenido menarquia temprana, antes de los 12 años de edad. Se ha argumentado que una relación positiva entre talla y adiposidad en la niñez no necesariamente significa mayor estatura en la etapa adulta debido a la elevada prevalencia de obesidad, sino todo lo contrario, puesto que una temprana maduración sexual y, por tanto, ósea puede resultar en bajas estaturas ya como adultos (Bosy-Westphal *et al.*, 2009).

Cuando se estudia la proporcionalidad corporal y su relación con la adiposidad es importante mencionar que la relación negativa entre talla/LRP y adiposidad en adultos es más consistente. Esto es porque en ellos el crecimiento lineal ha finalizado. Es más probable que quienes son más bajos de estatura o tengan las piernas relativamente más cortas (cuyos requerimientos energéticos son más bajos en comparación con individuos más altos) tengan una ingesta energética mayor al de su requerimiento diario. Esto se explica porque en un ambiente obesogénico, los individuos más bajos de estatura tienen la desventaja de recibir porciones similares a la de sus pares más altos, porque las porciones que se sirven en restaurantes, bares y diversos lugares de comida rápida son estandarizadas y estarían consumiendo más energía de la necesaria (Bosy-Westphal *et al.*, 2009).

Cuando se estudia niños en crecimiento, el escenario se complica pues la relación puede ser positiva, negativa o no existir. En este estudio no se encontró una relación clara entre proporcionalidad corporal y adiposidad, en primer lugar porque solamente el porcentaje de grasa corporal se correlacionó positiva y significativamente con el LRP (Tabla 19) y en un modelo que sólo pudo explicar 7.5% (11.3% ajustado por sexo y edad) de la varianza del %GC (Figura 3. Dispersión del porcentaje de grasa corporal Figura 3) y, en segundo lugar, porque los indicadores más robustos de adiposidad, como el IMG y el ICT, no se relacionaron significativamente con la proporcionalidad corporal; se puede concluir que la relación no es importante en términos biológicos en los niños de esta muestra.

Si bien se encontraron correlaciones significativas entre LRP y los indicadores de distribución de grasa corporal (Tabla 22), estas no fueron biológicamente importantes, se podría decir que existe una relación positiva leve entre LRP y una distribución centralizada de la grasa, más marcada en niñas de 7 años de edad.

En contraste con el grueso de la evidencia, diversos estudios han encontrado una correlación negativa entre LRP (o sus homólogos) y adiposidad, medida a través de diversos indicadores (Frisancho, 2007; Pliakas y McCarthy, 2010; Zhang *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2015). Sin embargo el resultado que se reporta en este trabajo es muy similar al encontrado en un estudio con población maya de Mérida, en el que Wilson *et al.* (2011) reportan que el índice de talla sentado (homólogo del LRP) no tuvo relación lineal significativa ($R^2=0.0014$) con el IMC en niños de 7 a 9 años de edad, lo que muestra que la proporcionalidad corporal no estuvo relacionada con la adiposidad en pre-púberes de ascendencia maya. Los autores concluyen que el IMC es adecuado para estimar los indicadores de adiposidad en estos niños; sin embargo, la muestra que

utilizaron Wilson y *et al.*, (2011) fue muy pequeña (n=58 pares madre-hijo) y no representativa, por lo que la conclusión a la que se llega podría no ser válida para el resto de la población de niños mayas de la región.

Es probable que en los pre-púberes mayas participantes en el Proyecto Doble Carga, la proporcionalidad corporal no tenga relación con la adiposidad porque en la población de la que provienen se tienen altos niveles de exceso de peso (Barbosa-Martín *et al.*, 2016; INSP, 2013; Méndez-Domínguez *et al.*, 2017) y, como se ha mencionado, porque, contrario a lo esperado para las edades que tenían (6-8 años) al momento del estudio, tuvieron una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad.

La prevalencia de piernas cortas en los niños participantes fue elevada, lo que sugiere una proporcionalidad corporal muy característica. En conclusión, la falta de relación entre la proporcionalidad corporal y la adiposidad en esta muestra es posible que se deba a esa particular forma y composición corporal de sus integrantes. Se necesitarían más estudios para aclarar estos hallazgos.

Por otro lado, cuando se mira a la muestra en su conjunto, los puntajes z podrían sugerir resultados en favor de la Evidencia Negativa, pues se tienen bajos puntajes z de talla y LP, lo que resulta en elevados niveles de desmedro y niños con piernas cortas, y altos puntajes z de circunferencia de cintura y pliegues, lo que resulta en altas prevalencias de exceso de peso y obesidad abdominal (Figura 4).

En este sentido, la muestra estudiada presenta evidencia en favor de la hipótesis de que individuos más bajos de estatura o con piernas relativamente más cortas están acumulando mayor grasa corporal; en parte porque la muestra, como se mencionó anteriormente, pertenece a una población con una historia nutricional, socioeconómica

y cultural desfavorable, que atraviesa una transición nutricional que da como resultado DCN, sin embargo, habría que realizar más estudios para confirmarlo.

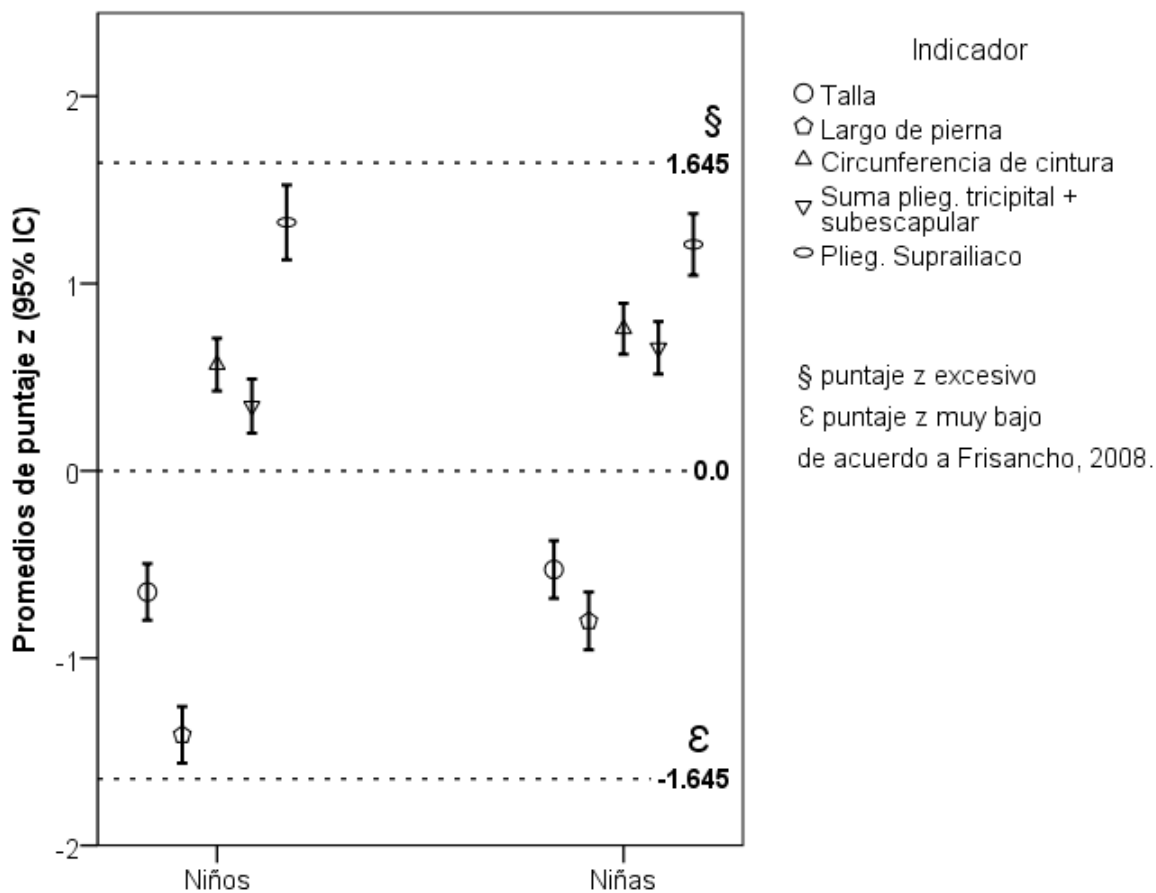


Figura 4. Puntajes z de talla, largo de pierna, circunferencia de cintura, suma de pliegue tricipital + subescapular y pliegue suprailíaco por sexo.

Es importante seguir estudiando la DCN porque se han reportado prevalencias de exceso de peso que van en incremento en Mérida; un estudio que integró 2,104 individuos y fue representativo de 70,780 alumnos entre 6 y 12 años de edad que acudían a las escuelas primarias públicas de la ciudad de Mérida, Yucatán en 2012, reportó que la prevalencia de exceso de peso fue de 50.05% (Méndez-Domínguez *et al.*, 2017). De igual forma, un estudio llevado a cabo en la misma ciudad, entre

septiembre de 2012 y agosto de 2015, con 1881 participantes beneficiarios de dos programas de la Dirección de Desarrollo Integral Familiar (DIF) y cuyos datos no fueron representativos de la ciudad de Mérida, reportaron una prevalencia de sobrepeso de 25.5% y obesidad de 25.5% (exceso de peso 51%) en niños de 5 a 11 años de edad (Barbosa-Martín *et al.*, 2016). La prevalencia de exceso de peso en escolares de Mérida es alarmante y claramente mayor a la de este estudio, lo que supone mayor probabilidad de DCN a nivel individual, cuyas consecuencias para la salud aún no han sido clarificadas.

Entre las fortalezas de este estudio se encuentran que se pudo controlar por ascendencia maya, empleando los apellidos mayas como *proxy* de pertenencia a un grupo genético; y por condición socioeconómica porque todas las escuelas que se seleccionaron fueron públicas, lo que resultó en la homogeneidad del nivel socioeconómico de las familias estudiadas.

Otra fortaleza fue que se utilizaron indicadores de adiposidad confiables y más robustos que los empleados comúnmente (como el IMC). En este trabajo se utilizó el IMG estimado a través de bioimpedancia eléctrica, método que está estandarizado y es más preciso para evaluar composición corporal en un modelo bicompartimental. También se utilizó ICT que refleja mejor la adiposidad a nivel del abdomen, y se ha utilizado para indicar la distribución abdominal de la grasa (Ashwell *et al.*, 1996).

8. CONCLUSIONES

1. La muestra estudiada presenta niveles alarmantes de mala nutrición y crecimiento y comprende altos niveles de desmedro y piernas cortas y exceso de peso.
2. Las familias de los niños estudiados tienen un nivel socioeconómico medio-bajo, lo que se refleja en el déficit de crecimiento lineal y da como resultado una baja estatura y proporcionalidad corporal alterada, con piernas relativamente cortas para su edad y sexo.
3. Las variables que mejor explicaron el déficit de crecimiento lineal fueron el mayor número de niños en casa y una mayor educación materna. Las variables del modelo que mejor se ajustó explicaron 18% de la variación del puntaje z de talla. Por lo tanto, existen otras variables que no pudieron ser evaluadas y están asociadas al crecimiento de los niños de esta muestra. Entre las variables que se ajustaron al modelo, que no se relacionaron significativamente al crecimiento lineal, estuvieron: condición socioeconómica, índice de hacinamiento, tiempo de lactancia materna y orden de nacimiento.
4. La variable que se asoció a un mayor largo relativo de pierna fue una menor educación materna. La modelación sólo permitió explicar 6% de la variación del largo relativo de piernas. Variables como número de niños en casa, condición socioeconómica, índice de hacinamiento, tiempo de lactancia materna y orden de nacimiento no se relacionaron con la proporcionalidad corporal de los integrantes de esta muestra.

5. La estatura tuvo una relación positiva con la adiposidad, sugiriendo que los niños más altos fueron los que tuvieron mayores niveles de adiposidad, utilizando indicadores robustos; después de controlar por sexo y edad.
6. La adiposidad, medida a través de porcentaje de grasa corporal, índice de masa grasa, circunferencia de cintura, índice cintura/talla y porcentaje de grasa braquial, no tuvo una relación biológica y estadísticamente significativa con la proporcionalidad corporal, posiblemente debido a la forma y composición corporal característica de los niños estudiados (baja estatura, piernas cortas y altos niveles de adiposidad) y por el ambiente en el cual viven.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Adamczak, M., Wiecek, A. 2013. The adipose tissue as an endocrine organ. *Seminars in Nephrology* 33(1):2-13.
- Akaboshi, I., Haraguchi, Y., Mizumoto, Y., Kitano, A., Kan, H. 2008. Taller stature after postnatal rapid weight gain in early infancy predicts overweight status at age 3. *Acta Paediatrica* 97(10):1460-1464.
- Asao, K., Kao, W. H. L., Baptiste-Roberts, K., Bandeen-Roche, K., Erlinger, T., Brancati, F. L. 2006. Short stature and the risk of adiposity, insuline resistance, and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 29:1632-1637.
- Ashwell, M., Cole, T. J., Dixon, A. K. 1996. Ratio of waist circumference to height is strong predictor of intra-abdominal fat. *BMJ* 313(7056):559-560.
- Azcorra, H., Dickinson, F., Bogin, B., Rodriguez, L., Varela-Silva, M. I. 2015. Intergenerational influences on the growth of Maya children: The effect of living conditions experienced by mothers and maternal grandmothers during their childhood. *American Journal of Human Biology* 27:494-500.
- Azcorra, H., Varela-Silva, M. I., Rodriguez, L., Bogin, B., Dickinson, F. 2013a. Nutritional status of Maya children, their mothers, and their grandmothers residing in the city of Merida, Mexico: Revisiting the leg-length hypothesis. *American Journal of Human Biology* 25(5):659-665.
- Azcorra, H., Wilson, H., Bogin, B., Varela-Silva, M. I., Vázquez-Vázquez, A., Dickinson, F. 2013b. Dietetic characteristics of a sample of Mayan dual burden households in Merida, Yucatan, Mexico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 63(3).
- Azcorra Pérez, H. S. 2014. Intergenerational factors that shape the nutritional status of urban Maya households in Merida, Mexico. A 3-generations study [Tesis de doctorado]. Leicestershire: Loughborough University. 280 p.
- Barbosa-Martín, E. E., Fajardo-Niquete, I., Sosa-Valadez, F., Cetina-Sánchez, F., Puc-Encalada, I., Vargas-Espinosa, R., Jiménez-Estrada, R., Betancur-Ancona, D. A. 2016. Estudio poblacional sobre el estado de salud y nutrición de habitantes de la ciudad de Mérida, México. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 20(3):208-215.
- Becker, G. S. 1994. Human capital revised. In: Becker GS, editor. *Human capital: a theoretical and empirical analysis with special reference to education*. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press. p 15-28.
- Bénéfice, E., Garnier, D., Simondon, K., Malina, R. 2001. Relationship between stunting in infancy and growth and fat distribution during adolescence in Senegalese girls. *European Journal of Clinical Nutrition* 55(1):50-58.
- Bogin, B. 1999. *Patterns of human growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bogin, B. 2012a. Leg length, body proportion, health and beauty. In: Cameron N, Bogin B, editors. *Human growth and development*. 2nd ed. London: Elsevier.
- Bogin, B. 2012b. The Maya in Disneyland: child growth as a marker of nutritional, economic, and political ecology. In: Dufour DL, Goodman AH, Pelto GH, editors. *Nutritional anthropology: biocultural perspectives on food and nutrition*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press. p 231-244.
- Bogin, B., Azcorra, H., Wilson, H., Vázquez-Vázquez, A. d. P., Ávila-Escalante, M. L., Castillo-Burguete, M. T., Varela-Silva, M. I., Dickinson, F. 2014. Globalization and

- children's diets: The case of Maya of Mexico and Central America. *Anthropological Review* 77(1):11-32.
- Bogin, B., Beydoun, N. 2007. The relationship of sitting height ratio to body mass index and fatness in the United States, 1988-1994. *Human Ecology (India) Special Issue* 15:1-8.
- Bogin, B., MacVean, R. B. 1981. Nutritional and biological determinants of body fat patterning in urban Guatemalan children. *Human Biology* 53(2):259-268.
- Bogin, B., Rios, L. 2003. Rapid morphological change in living humans: implications for modern human origins. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 136(1):71-84.
- Bogin, B., Smith, B. H. 2012. Evolution of the human life cycle. In: Stinson S, Bogin B, O'Rourke D, editors. *Human biology: an evolutionary and biocultural perspective*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Bogin, B., Smith, P., Orden, A. B., Varela Silva, M. I., Loucky, J. 2002. Rapid change in height and body proportions of Maya American children. *American Journal of Human Biology* 14(6):753-761.
- Bogin, B., Varela-Silva, M. I. 2010. Leg length, body proportion, and health: A review with a note on beauty. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7(3):1047-1075.
- Bogin, B., Varela Silva, M. I. 2012. The body mass index: the good, the bad, and the horrid. *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie* 18(2):5-11.
- Bosy-Westphal, A., Plachta-Danielzik, S., Dörhöfer, R.-P., Müller, M. J. 2009. Short stature and obesity: positive association in adults but inverse association in children and adolescents. *British Journal of Nutrition* 102:453-461.
- Bracamonte, P. 2007. Una deuda histórica. Ensayo sobre las causas de pobreza secular de los mayas yucatecos. México: CIESAS-Porrúa-ICY. 346 p.
- Bracamonte, P., Lizama, J. 2006. Tocando fondo. Resultados básicos de la encuesta sobre marginalidad, pobreza e identidad del pueblo maya (EMPIMAYA 2004). México: CIESAS-Colección Peninsular.
- Bracamonte y Sosa, P., Lizama Quijano, J. 2003. Marginalidad indígena: una perspectiva histórica de Yucatán. *Desacatos* 13:83-98.
- Cochrane, S. H., Leslie, J., O'Hara, D. J. 1982. Parental education and child health: Intracountry evidence. *Health Policy and Education* 2(3-4):213-250.
- Cole, T. J. 1986. Weight/height^p compared to weight/height² for assessing adiposity in childhood: influence of age and bone age on *p* during puberty. *Annals of Human Biology* 13(5):433-451.
- Datta Banik, S., Mendez, N., Dickinson, F. 2015. Height growth and percentage of body fat in relation to early menarche in girls from Merida, Yucatán, Mexico. *Ecology of Food and Nutrition* 54(6):644-662.
- Dickinson, F. 2004. Ecología humana en México. Una frontera con (casi) todo por hacer. *Avance y Perspectiva* 23(3):5-11.
- Freedman, D. S., Thornton, J. C., Mei, Z., Wang, J., Dietz, W. H., Pierson Jr, R. N., Horlick, M. 2004. Height and adiposity among children. *Obesity Research* 12(5):846-853.
- Frisancho, A., Guilding, N., Tanner, S. 2001. Growth of leg length is reflected in socio-economic differences. *Acta Medica Auxologica* 33:47-50.

- Frisancho, A. R. 2003. Reduce rate of fat oxidation: a metabolic pathway to obesity in the developing nations. *American Journal of Human Biology* 15:522-532.
- Frisancho, A. R. 2007. Relative leg length as a biological marker to trace the developmental history of individuals and populations: Growth delay and increased body fat. *American Journal of Human Biology* 19(5):703-710.
- Frisancho, A. R. 2008. Anthropometric standards: An interactive nutritional reference of body size and body composition for children and adults. Ann Arbor: The University of Michigan Press. 335 p.
- García Gómez, C., Ruiz Salazar, O. T. C. 2011. La segregación territorial y el rezago en el sur de la ciudad de Mérida, como el resultado del crecimiento urbano descontrolado. *Quivera* 13(1):122-138.
- Garn, S. M., Leonard, W. R., Hawthorne, V. M. 1986. Three limitations of the body mass index. *American Journal of Clinical Nutrition* 44:996-997.
- Glewwe, P. 1999. Why does mother's schooling raise child health in developing countries? Evidence from Morocco. *The Journal of Human Resources* 34(1):124-159.
- Gluckman, P. D., Hanson, M. A. 2004. Living with the past: Evolution, development, and patterns of disease. *Science* 305:1733-1736.
- Godínez Gutiérrez, S., Marmolejo Orozco, G. E., Márquez Rodríguez, E., Siordia Vázquez, J. d. J., Baeza Camacho, R. 2002. La grasa visceral y su importancia en obesidad. *Revista de Endocrinología y Nutrición* 10(3):121-127.
- Gonzalez Martinez, P., Perera, L., Góngora Biachi, R. A. 1993. Frecuencia de antígenos del sistema ABO y D entre los mayas de Yucatán, México. *Revista biomédica* 4(4):171-176.
- Gower, B. A., Nagy, T. R., Goran, M. I. 1999. Visceral fat, insulin sensitivity, and lipids in prepubertal children. *Diabetes* 48(8):1515-1521.
- Gunnell, D., Whitley, E., Upton, M. N., McConnachie, A., Smith, G. D., Watt, G. C. M. 2003. Associations of height, leg length, and lung function with cardiovascular risk factors in the Midspan Family Study. *Journal of Epidemiology Community Health* 57:141-146.
- Gunnell, D. J., Smith, G. D., Frankel, S. J., Kempb, M., Peters, T. J. 1998. Socio-economic and dietary influences on leg length and trunk length in childhood: a reanalysis of the Carnegie (Boyd Orr) survey of diet and health in prewar Britain (1937-39). *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 12(1):96-113.
- Gurven, M., Walker, R. 2006. Energetic demand of multiple dependents and the evolution of slow human growth. *Proceedings of the Royal Society B* 273:835-841.
- Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., Romero-Martínez, M., Hernández-Ávila, M. 2012. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 resultados nacionales. Cuernavaca, México.: Instituto Nacional de Salud Pública de México.
- Hermanussen, M. 2013. Auxology, studying human growth and development. Altenhof: Schweizerbart. 324 p.
- Hoffman, D. J., Martins, P. A., Roberts, S. B., Sawaya, A. L. 2007. Body fat distribution in stunted compared with normal-height children from the shantytowns of São Paulo, Brazil. *Nutrition* 23(9):640-646.

- Hoffman, D. J., Roberts, S. B., Verreschi, I., Martins, P. A., de Nascimento, C., Tucker, K. L., Sawaya, A. L. 2000a. Regulation of energy intake may be impaired in nutritionally stunted children from the shantytowns of São Paulo, Brazil. *Journal of Nutrition* 130(9):2265-2270.
- Hoffman, D. J., Sawaya, A. L., Verreschi, I., Tucker, K. L., Roberts, S. B. 2000b. Why are nutritionally stunted children at increased risk of obesity? Studies of metabolic rate and fat oxidation in shantytown children from São Paulo, Brazil. *American Journal of Clinical Nutrition* 72(3):702-707.
- Ibarra-Rivera, L., Mirabal, S., Regueiro, M. M., Herrera, R. J. 2008. Delineating genetic relationships among the Maya. *American Journal of Physical Anthropology* 135(3):329–347.
- Inadera, H. 2013. Developmental origins of obesity and type 2 diabetes: Molecular aspects and role of chemicals. *Environ Health Prev Med* 18(3):185-197.
- INEGI. 2010. México en cifras. Información nacional, por entidad federativa y municipios. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>.
- INSP. 2013. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa, Yucatán. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Kain, J., Corvalán, C., Lera, L., Galván, M., Weisstaub, G., Uauy, R. 2011. Asociación entre el índice de masa corporal y la talla desde el nacimiento hasta los 5 años en preescolares chilenos. *Revista Médica de Chile* 139(5):606-612.
- Kassouf, A. L., Senauer, B. 1996. Direct and indirect effects of parental education on malnutrition among children in Brazil: a full income approach. *Economic Development and Cultural Change* 44(4):817-838.
- Kinra, S., Sarma, K. V. R., Hards, M., Smith, G. D., Ben-Shlomo, Y. 2011. Is relative leg length a biomarker of childhood nutrition? Long-term follow-up of the Hyderabad Nutrition Trial. *International Journal of Epidemiology* 40(4):1022-1029.
- Klein, R. G. 2009. The human career. Human biological and cultural origins. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Kozieł, S., Gomula, A., Nowak-Szczepańska, N. 2016. The association between social factors and body length proportions in Polish schoolchildren from Lower Silesia. *Anthropological Review* 79(4):397-408.
- Krumrine, K. J. 2017. Effects of the diet and culture change on growth, development and nutrition among Yucatec Maya children. Buffalo: University at Buffalo, State University of New York. 175 p.
- Lasker, G. W. 1980. Surnames in the study of human biology *American Anthropologist* 82(3):525-538.
- Leary, S., Smith, G. D., Ness, A., ALSPAC Study Team. 2006. Smoking during pregnancy and components of stature in offspring. *American Journal of Human Biology* 18:502-512.
- Leatherman, T. L., Goodman, A. 2005. Coca-colonization of diets in the Yucatán. *Social Science & Medicine* 61:833-846.
- Leitch, I. 1951. Growth and health. *British Journal of Nutrition* 5:142-151.
- Leitch, I. 2001. Growth and health. *International Journal of Epidemiology* 30:212-216.
- Lejarraga, H. 2012. Growth in infancy and childhood: A pediatric approach. In: Cameron N, Bogin B, editors. *Human growth and development*. 2nd ed. London: Elsevier. p 23-56.

- Leonard, W. R. 2012. Human nutrition evolution. In: Stinson S, Bogin B, O'Rourke D, editors. *Human biology: an evolutionary and biocultural perspective*. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. p 251-324.
- Li, L., Dangour, A. D., Power, C. 2007. Early life influences on adult leg and trunk length in the 1958 British Birth Cohort. *American Journal of Human Biology* 19:836-843.
- Liu, G., Liu, J., Li, N., Tang, Z., Lan, F., Pan, L., Yang, X., Hu, G., Yu, Z. 2014. Association between leg length-to-height ratio and metabolic syndrome in Chinese children aged 3 to 6 years. *Preventive Medicine Reports* 1:62-67.
- Liu, J., Akseer, N., Faught, B. E., Cairney, J., Hay, J. 2012. Use of leg length to height ratio to assess the risk of childhood overweight and obesity: Results from a longitudinal cohort study. *Annals of Epidemiology* 22(2):120-125.
- Lizama Quijano, J. 2012. *El perfil maya de la blanca Mérida*. México D.F.: CIESAS.
- Lloyd, L., Langley-Evans, S., McMullen, S. 2010. Childhood obesity and adult cardiovascular disease risk: a systematic review. *International Journal of Obesity* 34(1):18-28.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., Martorell, R. 1988. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Malina, R. M. 1998. Post-natal growth and maturation. In: Ulijaszek SJ, Johnston FE, Preece MA, editors. *The Cambridge encyclopedia of human growth and development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Martínez-Cortés, G., Nuño-Arana, I., Rubi-Castellanos, R., Vilchis-Dorantes, G., Luna-Vázquez, A., Coral-Vázquez, R. M., Canto-Cetina, T., Salazar-Flores, J., Muñoz-Valle, J. F., Sandoval-Mendoza, K., López, Z., Gamero-Lucas, J. J., Rangel-Villalobos, H. 2010. Origin and genetic differentiation of three Native Mexican groups (Purépechas, Triquis and Mayas): Contribution of CODIS-STRs to the history of human populations of Mesoamerica. *Annals of Human Biology* 37(6):801-819.
- Martins, P., Hoffman, D., Fernandes, M., Nascimento, C., Roberts, S., Sesso, R., Sawaya, A. 2004. Stunted children gain less lean body mass and more fat mass than their non-stunted counterparts: a prospective study. *The British Journal of Nutrition* 92(5):819-825.
- Medrano, P., Rodríguez, C., Villa, E. 2008. Does mother's education matter in child's health? Evidence from South Africa. *South African Journal of Economics* 76(4):612-627.
- Méndez-Domínguez, N., Prelip, M., Aguilar-Vargas, E., Avilés-Ibarra, O., Dickinson, F. 2017. La siesta y el exceso de peso en escolares de Mérida, Yucatán. Estudio analítico transversal. *Acta Pediátrica de México* 38(3):143-151.
- Metcalfe, B. F., Hosking, J., Frémeaux, A. E., Jeffery, A. N., Voss, L. D., Wilkin, T. J. 2011. BMI was right all along: taller children really are fatter (implications of making childhood BMI independent of height) *EarlyBird* 48. *International Journal of Obesity* 35(4):541-547.
- Montejo, V. 1999. *Voices from exile: violence and survival in modern Maya history*. Norman: University of Oklahoma Press.
- Mueller, N. T., Duncan, B. B., Barreto, S. M., Chor, D., Vigo, A., Aquino, E. M. L., Demerath, E. W., Schmidt, M. I. 2015. Relative leg length is associated with type 2 diabetes differently according to pubertal timing: The Brazilian Longitudinal Study of Adult Health. *American Journal of Human Biology* 27:219-225.

- Mukuddem-Petersen, J., Kruger, H. S. 2004. Association between stunting and overweight among 10-15-y-old children in the North West Province of South Africa: the THUSA BANA study. *International Journal of Obesity* 28(7):842-851.
- Navti, L. K., Dimple, S.-R., McCarthy, H. D. 2014. Children's body fatness and prevalence of obesity in relation to height for age. *Annals of Human Biology* 41(1):84-90.
- Navti, L. K., Ferrari, U., Tange, E., Parhofer, K. G., Bechtold-Dalla Pozza, S. 2015. Height-obesity relationship in school children in Sub-Saharan Africa: results of a cross-sectional study in Cameroon. *BMC Research Notes* 8(98).
- Norgan, N. G. 1995. Body mass index and nutritional status: the effect of adjusting body mass index for the relative sitting height on estimates of the prevalence of chronic energy deficiency, overweight and obesity. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 4:137-139.
- OMS. 2016. Patrones de crecimiento infantil. [último acceso: 17/08/2016]. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/standards/es/>. Ginebra.
- Ortiz-Hernández, L., López Olmedo, N. P., Genis Gómez, M. T., Melchor López, D. P., Valdés Flores, J. 2008. Application of body mass index to schoolchildren of Mexico City. *Annals of Nutrition & Metabolism* 53:205-214.
- Pliakas, T., McCarthy, H. D. 2010. Association of leg length with overweight and obesity in children aged 5–15 years: A cross-sectional study. *Annals of Human Biology* 37(1):10-22.
- Pomeroy, E., Stock, J. T., Stanojevic, S., Miranda, J. J., Cole, T. J., Wells, J. C. K. 2014. Stunting, adiposity, and the individual-level "dual burden" among urban lowland and rural highland Peruvian children. *American Journal of Human Biology* 26(4):481-490.
- Popkin, B. M., Adair, L. S., Wen Ng, S. 2012. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews* 70(1):3-21.
- Popkin, B. M., Gordon-Larsen, P. 2004. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *International Journal of Obesity* 28:S2–S9.
- Popkin, B. M., Richards, M. K., Montiero, C. A. 1996. Stunting is associated with overweight in children of four nations that are undergoing the nutrition transition. *Journal of Nutrition* 126(12):3009-3016.
- Pulgarón, E. R. 2013. Childhood obesity: A review of increased risk for physical and psychological comorbidities. *Clinical Therapeutics* 35(1):A18-A32.
- Ramírez, E., Valencia, M. E., Bourges, H., Espinosa, T., Moya-Camarena, S. Y., Salazar, G., Alemán-Mateo, H. 2012. Body composition prediction equations based on deuterium oxide dilution method in Mexican children: a national study. *European Journal of Clinical Nutrition* 66:1099–1103.
- Redžić, A., Hadžihalilović, J. 2007. Influence of some socio-economic factors on growth and development of the boys in the Tuzla region (Bosnia and Herzegovina). *Collegium Antropologicum* 31(2):427-434.
- Reed A, B., Habicht, J.-P., Niameogo, C. 1996. The effects of maternal education on child nutritional status depend on socio-environmental conditions. *International Journal of Epidemiology* 25(3):585-592.
- Relethford, J. H. 1995. The use of surnames in the study of human variation and plasticity. In: Mascie-Taylor CGN, Bogin B, editors. *Human variability and plasticity*. Cambridge: Cambridge University Press. p 146-158.

- Rivera, J. A., Barquera, S., González-Cossío, T., Olaiz, G., Sepúlveda, J. 2004. Nutrition transition in Mexico and in other Latin American countries. *Nutrition Reviews* 62(7):S149-S157.
- Roche, A. F., Shumei, S. S. 2003a. Human growth: assessment and interpretation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roche, A. F., Shumei, S. S. 2003b. Secular changes in growth and maturity. In: Roche AF, Shumei SS, editors. Human growth: assessment and interpretation. Cambridge: Cambridge University Press. p 172-187.
- Rona, R. J., Chinn, S. 1986. National Study of Health and Growth: Social and biological factors associated with height of children from ethnic groups living in England. *Annals of Human Biology* 13(5):453-471.
- Rosmond, R., Dallman, M. F., Björntorp, P. 1998. Stress-related cortisol secretion in men: relationships with abdominal obesity and endocrine, metabolic and hemodynamic abnormalities. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 83(6):1853-1959.
- Said-Mohamed, R., Alliot, X., Sobgui, M., Pasquet, P. 2009. Determinants of overweight associated with stunting in preschool children of Yaoundé, Cameroon. *Annals of Human Biology* 36(2):146-161.
- Samaras, T. T. 2007. Human scaling and the body mass index. In: Samaras TT, editor. Human body size and the laws of scaling Physiological, performance, growth, longevity and ecological ramifications. New York: Nova Science Publishers, Inc. p 17-31.
- Savage, T., Derraik, J. G. B., Miles, H. L., Mouat, F., Cutfield, W. S., Hofman, P. L. 2013. Birth order progressively affects childhood height. *Clinical Endocrinology* 79(3):379-385.
- Schell, M. L., Knutson, L. K., Bailey, S. 2012. Environmental effects on growth. In: Cameron N, Bogin B, editors. Human growth and development. 2nd ed. London: Elsevier.
- Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán. 2015. Situación de la educación básica en el Estado de Yucatan. Panorama 2014.
- Seidman, D. S., Ever-Hadani, P., Stevenson, D. K., Slater, P. E., Harlap, S., Gale, R. 1988. Birth order and birth weight reexamined. *Obstetrics & Gynecology* 72(2):158-162.
- Selvin, S., Garfinkel, J. 1972. The relationship between parental age and birth order with the percentage of low birth-weight infants. *Human Biology* 44(3):501-509.
- Shamah Levy, T. 2010. Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Shephard, R. J. 1991. Body composition in biological anthropology. Cambridge: Cambridge University Press. 345 p.
- Sohn, K. 2015. Is leg length a biomarker of early life conditions? Evidence from a historically short population. *American Journal of Human Biology* 27:538-545.
- Steckel, R. H. 1995. Stature and the standard of living. *Journal of Economic Literature* 33:1903-1940.
- Steckel, R. H. 2009. Heights and human welfare: Recent developments and new directions. *Exploration in Economic History* 46:1-23.
- Stein, A., Wang, M., Martorell, R., Norris, S., Adair, L., Bas, I., Sachdev, H., Bhargava, S., Fall, C., Gigante, D., Victora, C. 2010. Growth patterns in early childhood and

- final attained stature: data from five birth cohorts from low- and middle-income countries. *American Journal of Human Biology* 22(353-359).
- Stinson, S. 2012. Growth variation: biological and cultural factors. In: Stinson S, Bogin B, O'Rourke D, editors. *Human biology: an evolutionary and biocultural perspective*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. p 587-635.
- Stinson, S., Bogin, B., O'Rourke, D. 2012a. *Human biology: an evolutionary and biocultural perspective*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Stinson, S., Bogin, B., O'Rourke, D., Huus-Ashmore, R. 2012b. *Human biology: an evolutionary and biocultural perspective*. In: Stinson S, Bogin B, O'Rourke D, editors. *Human biology: an evolutionary and biocultural perspective*. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. p 3-22.
- Téllez Vázquez, Y., López Ramírez, J., Romo Viramontes, R. 2012. Índice de marginación urbana 2010. México, DF.: CONAPO.
- Thomas, D., Strauss, J., Henriques, M.-H. 1991. How does mother's education affect child height? *The Journal of Human Resources* 26(2):183-211.
- Ulijaszek, S. 1998. The secular trend. In: Ulijaszek SJ, Johnston FE, Preece MA, editors. *The Cambridge encyclopedia of human growth and development*. Cambridge: Cambridge University Press. p 395-398.
- Varela-Silva, M. I., Dickinson, F., Wilson, H., Azcorra, H., Griffiths, P. L., Bogin, B. 2012. The nutritional dual-burden in developing countries--how is it assessed and what are the health implications? *Collegium Antropologicum* 36(1):39-45.
- Varela-Silva, M. I., Frisancho, A. R., Bogin, B., Chatkof, D., Smith, P. K., Dickinson, F., Winham, D. 2007. Behavioral, environmental, metabolic and intergenerational components of early life undernutrition leading to later obesity in developing nations and in minority groups in the USA. *Collegium Antropologicum* 31(1):39-46.
- Vázquez-Vázquez, A., Azcorra, H., Falfan, I., Arguez, J., Kantun, D., Dickinson, F. 2013. Effects of Maya ancestry and environmental variables on knee height and body proportionality in growing individuals in Merida, Yucatan. *American Journal of Human Biology* 25:586–593.
- Vella, V., Tomkins, A., Borghesi, A., Migliori, G. B., Adriko, B. C., Crevatin, E. 1992. Determinants of child nutrition and mortality in north-west Uganda. *Bulletin of the World Health Organization* 70(5):637-643.
- Vercellotti, G., Piperata, B. A. 2012. The use of biocultural data in interpreting sex differences in body proportions among rural Amazonians. *American Journal of Physical Anthropology* 147:113-127.
- Wadsworth, M., Hardy, R., Paul, A., Marshall, S., Cole, T. 2002. Leg and trunk length at 43 years in relation to childhood health, diet and family circumstances; evidence from the 1946 National Birth Cohort. *International Journal of Epidemiology* 31:329-390.
- Wells, J. C. K. 2010. *The evolutionary biology of human body fatness*. Cambridge: Cambridge University Press. xi-381 p.
- Wells, J. C. K. 2016. Life-course models of chronic disease aetiology. In: Wells JCK, editor. *The metabolic ghetto An evolutionary perspective on nutrition, power relations and chronic disease*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. p 84-105.

- Wells, J. C. K., Cole, T. J. 2014. Height, adiposity and hormonal cardiovascular risk markers in childhood: how to partition the associations? *International Journal of Obesity* 38(7):930-935.
- West-Eberhard, M. J. 2003. *Developmental plasticity and evolution*. New York: Oxford University Press.
- Whitley, E., Gunnell, D., Smith, G. D., Holly, J. M. P., Martin, R. M. 2008. Childhood circumstances and anthropometry: The boyd orr cohort. *Annals of Human Biology* 35(5):518-534.
- WHO Multicentre Growth Reference Study Group. 2006. *WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development*. Geneva: World Health Organization.
- Wilson, H. J., Dickinson, F., Griffiths, P. L., Azcorra, H., Bogin, B., Varela-Silva, M. I. 2011. How useful is BMI in predicting adiposity indicators in a sample of Maya children and women with high levels of stunting? *American Journal of Human Biology* 23:780-789.
- Wilson, H. J., Dickinson, F., Griffiths, P. L., Bogin, B., Hobbs, M., Varela-Silva, M. 2014. Maternal short stature does not predict their children's fatness indicators in a nutritional dual-burden sample of urban Mexican Maya. *American Journal of Physical Anthropology* 153:627-634.
- Wilson, H. J., Dickinson, F., Hoffman, D. J., Griffiths, P. L., Bogin, B., Varela-Silva, M. I. 2012. Fat free mass explains the relationship between stunting and energy expenditure in urban Mexican Maya children. *Annals of Human Biology* 39(5):432-439.
- Zemel, B. S. 2012. Body composition during growth and development. In: Cameron N, Bogin B, editors. *Human growth and development*. 2nd ed. London: Elsevier.
- Zhang, Y.-x., Chu, Z.-h., Zhao, J.-s. 2016. Distribution of sitting height ratio and its association with body mass index among children and adolescents in Shandong, China. *Biology and Medicine (Aligarh)* 8(1):267.
- Zhang, Y.-x., Zhang, Z.-c., Chu, Z.-h. 2015. Prevalence of general and abdominal obesity among children and adolescents with different sitting height ratios in Shandong, China. *International Journal of Cardiology* 191:18-19.

10. ANEXOS

Anexo 1. Cédula antropométrica

DOBLE CARGA NUTRICIONAL E INFLUENCIAS INTERGENERACIONALES EN FAMILIAS MAYAS URBANAS DE MÉRIDA, YUCATÁN

Departamento de Ecología Humana, Cinvestav, Unidad Mérida
Centre for Global Health and Human Development, Loughborough University, UK

CÉDULA ANTROPOMÉTRICA DEL NIÑO O NIÑA

Encierre en un círculo (O) el número de la opción correspondiente. **NO USE** x ni ✓.

Nombre del niño(a): _____ Sexo: 1. Hombre 2. Mujer
Nombre(s) Apellido Paterno Apellido Materno

Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____ años cumplidos
Día Mes Año

Fecha de medición:	Día _____ Mes _____ Año _____
Midió:	
Anotó:	
Peso (kg):	

Observaciones:

Longitudes

Talla (cm):	
Talla sentado (cm):	
Alto de rodilla (cm):	
Long. del brazo (cm):	

Circunferencias

Brazo (cm):	
Cefálica (cm):	
Cintura (cm):	
Cadera (cm):	

Pliegues

Tricipital (mm):			
Subescapular (mm):			
Suprailiaco (mm):			

Bioimpedancia

Midió:	
No. de BioScan:	
Folio BioScan:	
IMC:	

Anexo 2. Cuestionario de condiciones socioeconómicas familiares

DOBLE CARGA NUTRICIONAL E INFLUENCIAS INTERGENERACIONALES EN FAMILIAS MAYAS URBANAS DE MÉRIDA, YUCATÁN Departamento de Ecología Humana, Cinvestav, Unidad Mérida Centre for Global Health and Human Development, Loughborough University, UK

CUESTIONARIO SOCIOECONÓMICO FAMILIAR

Fecha de aplicación: _____ Aplicó: _____
Día Mes Año Iniciales

INSTRUCCIONES Lea las siguientes preguntas a la entrevistada y **encierre** en un círculo (O) el número de la opción seleccionada o anote las respuestas. No use x ni ✓.

MB: 0. No 1. Sí

1. Esta casa es:

1. Propia 2. Rentada 3. Prestada 4. Otra (especificar): _____
("Propia" incluye predios en pago o sin iniciar pago, en trámite, heredados).

2. ¿Cuántas personas viven en la casa? [] **3. ¿Cuántas piezas usan para dormir?** []

4. ¿Qué tipo de agua utiliza mayormente la familia para beber? (Encerrar sólo una opción).

1. Purificada 2. Potable 3. Potable hervida 4. Potable con filtro 5. Otra (especificar): _____

5. ¿Dónde cocina o prepara sus alimentos regularmente? (Encerrar sólo una opción).

1. Cocina, usada sólo para cocinar 2. Cuarto usado para otras actividades 3. Patio 4. No cocina ni prep. alim.

6. ¿Qué tipo de combustible acostumbra utilizar para cocinar? (Encerrar sólo una opción).

1. Leña 2. Carbón 3. Gas 4. Otro (especificar): _____ 5. No cocina

7. Actualmente en su casa: (Encerrar sólo una opción).

1. Hacen en el patio 2. Tienen letrina/fosa 3. Tienen baño con sumidero 4. Otro (especificar): _____

En relación a los principales materiales de construcción de su casa: (Encerrar sólo una opción).

8. Pisos 1. Tierra 2. Cemento 3. Ladrillo/losa 4. Otro (especificar): _____

9. Techos 1. Metal/cartón 2. Bovedillas 3. Bovedillas y cemento 4. Otro (especificar): _____

10. Paredes 1. Metal/cartón 2. Bloques 3. Bloques y cemento 4. Otro (especificar): _____

¿Con cuáles de los siguientes bienes funcionales cuenta en casa?

11. Lavadora 0. No 1. Sí | **15. Moto** 0. No 1. Sí | **19. TV de paga** 0. No 1. Sí

12. TV 0. No 1. Sí | **16. Bicicleta/Triciclo** 0. No 1. Sí | **20. Tel. de casa** 0. No 1. Sí

13. Carro 0. No 1. Sí | **17. Refrigerador** 0. No 1. Sí | **21. Tel. celular** 0. No 1. Sí

14. Estufa 0. No 1. Sí | **18. Computadora** 0. No 1. Sí | **22. Aire ac.** 0. No 1. Sí

23. ¿Qué lenguaje se utiliza mayormente en casa? (Encerrar sólo una opción).

1. Español 2. Maya 3. Español y maya 4. Español pero algunas frases en maya

24. ¿Cultiva o tiene frutas/verduras en su patio? 0. No 1. Sí (**Si contestó No, pasar a la 26**).

25. ¿Cuáles? (Anotar todos los mencionados por la entrevistada y encerrar el número correspondiente a su consumo).

Fruta/verdura	¿La consume?	Fruta/verdura	¿La consume?	Fruta/verdura	¿La consume?
	0. No 1. Sí		0. No 1. Sí		0. No 1. Sí
	0. No 1. Sí		0. No 1. Sí		0. No 1. Sí
	0. No 1. Sí		0. No 1. Sí		0. No 1. Sí
	0. No 1. Sí		0. No 1. Sí		0. No 1. Sí

CUESTIONARIO SOCIOECONÓMICO FAMILIAR

Ahora deme por favor la siguiente información acerca de cada una de las personas que viven en casa, incluyendo familiares o no familiares.

Nombre (Sólo nombre de pila)	26. Parentesco con Ego	27. Sexo	28. Edad en años cumplidos En menores de 1 año, cada mes equivale a 0.08 años	29. Escolaridad Para escuelas abiertas o para adultos además del año y nivel anotar un asterisco (*) que lo indique.		30. Total años de estudio sin años reprobados, ni kinder	31. Ocupación principal - Para 2 o más ocupaciones anotar únicamente la que aporte más ingreso para el entrevistado. -En caso de jubilados o pensionados, anotar entre paréntesis la ocupación principal al momento de la jubilación o pensión.		32. Posición laboral de la ocupación principal	33. Tipo de ingreso	34. Ingreso Si el ingreso es diario, anotar cuántos días a la semana se trabaja. -Anotar cero si no tiene algún ingreso		35. Contribución al gasto familiar - Anotar cero si no contribuye.	
	Código (a)	Código (b)	Último año completo y nivel escolar Ejemplo: 5/Primaria	Código (c)	Ocupación específica, dando el mayor detalle posible		Código (d)	Código (e)	En pesos		Periodicidad (f)	En pesos	Periodicidad (f)	
1.	2													
2.	3*													
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														

* En caso de que la pareja de la madre (quien puede ser el padre o padrastro o no de ego) no viva en la vivienda, dejar estos espacios en blanco.
Importante: Anexar otra hoja en caso de que vivan más de 7 personas en la vivienda

a) PARENTESCO
1. Ego
2. Madre
3. Pareja de la madre
4. Hermano(a)
5. Abuelo(a)
6. Tío(a)
7. Primo(a)
8. Sobrino(a)
9. Cuñado(a)
10. Sin parentesco

c) ESCOLARIDAD COMPLETA
1. Ninguno
2. Primaria
3. Secundaria/ Sec. técnica
4. Preparatoria/ Bachillerato/ Bach. técnico
5. Carrera técnica o comercial corta
6. Normal
7. Licenciatura o Carrera técnica superior
8. Maestría
9. Doctorado

d) POSICIÓN LABORAL
1. Ninguna (no trabaja o no aplica)
2. Empleado (contratado por un tercero)
3. Trabajador por su cuenta (incluye negocio propio sin pago de empleados)
4. Patrón (dueño de negocio y tiene empleados)

b) SEXO
1. Hombre
2. Mujer

e) TIPO DE INGRESOS MONETARIOS
1. Ninguno o no aplica
2. Ingresos por negocio propio (para patrones)
3. Salario o sueldo (para empleados)
4. Ingreso de trabajo(s) por su cuenta trabajo por su cuenta)
5. Beca(s)
6. Pensión
7. Renta(s)
8. Apoyos monetarios gubernamentales (Ej.: Oportunidades)
9. Aporte de personas que no viven en la vivienda
10. Otro (especificar)

f) PERIODICIDAD
1. Ninguno o no aplica
2. Diario
3. Semanal
4. Quincenal
5. Mensual
6. Bimestral
7. Semestral

¿Cuánto gastó usted durante el último mes en las siguientes cosas?

36. Alimentos (que se preparan o cocinan en casa):

\$ _____ / Periodicidad () (tome el código de (f))

37. Alimentos fuera de la casa (todo lo que se compra hecho o se come fuera de casa):

\$ _____ / Periodicidad () (tome el código de (f))

38. Salud (consultas médicas, medicamentos, tratamientos):

\$ _____ / Periodicidad () (tome el código de (f))

Anexo 3. Clasificación del estado biológico de los participantes de acuerdo a indicadores de nutrición

Clasificación	Indicador	Percentil	Puntaje z
Desmedro	Talla para la edad	< 5	< -1.650
Piernas cortas	Largo de pierna para la edad	< 5	< -1.650
Sobrepeso	IMC para la edad	> 85	> +1.036
Obesidad	IMC para la edad	> 95	> +1.645
Obesidad abdominal	Circunferencia de cintura para la edad	> 95	> +1.645
Excesiva adiposidad	PT, PSe, PSi y SumPT+Se para la edad	> 95	> +1.645

IMC: índice de masa corporal, PT: pliegue tricipital, PSe: pliegue subescapular, PSi: pliegue suprailiaco, SumPT+Pse: sumatoria de pliegue tricipital + subescapular.

Anexo 4. Valores P de variables independientes sobre variables de crecimiento lineal, en modelos de regresión lineal simple

Variables independientes	Variables dependientes					
	Talla (cm)	Talla (pZ)	LP (cm)	LP (pZ)	LRP (%)	LRP (pZ)
Continuas						
Edad (años, n=260)	<0.001	-	<0.001	-	<0.001	-
Índice de hacinamiento (personas/habitación, n=258)	0.005	0.144	0.020	0.412	0.552	0.808
Tiempo de lactancia materna (meses, n=260)	0.106	0.069	0.74	0.079	0.128	0.105
Talla de la madre (cm, n=260)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.003
Años de estudio de la madre (n=256)	0.437	0.171	0.156	0.059	0.029	0.009
Peso al nacer (kg)	0.057	0.005	0.184	0.070	0.727	0.816
Nominales						
Sexo (referencia=niños, n=260)						
Sexo (niñas, n=128)	0.416	-	0.879	-	0.029	-
Hacinamiento (referencia=no hacinado, n=258)						
Hacinamiento (hacinado, n=177)	0.100	0.216	0.285	0.679	0.609	0.292
Esc. de la madre (ref.=ninguno o primaria completa, n=260)						
Escolaridad de la madre (secundaria completa, n=116)	0.563	0.133	0.644	0.418	0.071	0.618
Escolaridad de la madre (mayor a secundaria, n=71)	0.607	0.209	0.245	0.088	0.038	0.008
Condición socioeconómica (referencia=baja, n=43)						
Condición socioeconómica (media, n=174)	0.863	0.982	0.972	0.970	0.858	0.792
Condición socioeconómica (alta, n=43)	0.071	0.362	0.268	0.927	0.501	0.224
Orden de nacimiento (referencia=ser el primer hijo, n=126)						
Orden de nacimiento (ser el segundo hijo, n=76)	0.728	0.165	0.466	0.502	0.168	0.485
Orden de nacimiento (ser el tercer hijo, n=43)	0.111	0.904	0.043	0.425	0.025	0.070
Orden de nacimiento (ser el cuarto hijo o más, n=15)	0.737	0.846	0.476	0.368	0.230	0.197
Número de niños en casa (referencia=un niño, n=72)						
Número de niños en casa (dos niños, n=115)	0.152	0.297	0.115	0.162	0.179	0.284
Número de niños en casa (tres niños, n=52)	0.018	0.056	0.062	0.277	0.905	0.851
Número de niños en casa (cuatro o más niños, n=21)	0.002	0.002	0.024	0.078	0.856	0.649

LP: largo de pierna, LRP: largo relativo de pierna. Se resalta aquellas variables que fueron estadísticamente significativas

Anexo 5. Procedimiento de selección de los modelos múltiples

Modelos de talla (cm)					
Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
1	Edad (años)	5.54	<0.001	$R^2 = 0.5381$	- Se probó con todas las variables sign. (de modelos reg. simples) - IH no fue sig.
	IH (per./hab.)	-0.13	0.563	R^2 ajust. = 0.5271	
	Talla madre (cm)	0.34	<0.001	$P = <0.001$	
	No. niños en casa*				
	2	-1.13	0.128		
	3	-1.96	0.037		
	4 o más (constante)	-4.16 30.04	0.002 0.001		
2	Edad (años)	5.56	<0.001	$R^2 = 0.5382$	- Retirando IH, produjo incremento ligero de la R^2 - Todas las variables fueron sig.
	Talla madre (cm)	0.34	<0.001	R^2 ajust. = 0.5292	
	No. niños en casa			$P = <0.001$	
	2	-1.31	0.073		
	3	-2.31	0.010		
	4 o más (constante)	-4.55 29.58	<0.001 0.002		
	3	Edad (años)	5.63	<0.001	
Talla madre (cm)		0.35	<0.001	R^2 ajust. = 0.5407	
2		-1.31	0.071	$P = <0.001$	
3		-2.17	0.014		
4 o más		-5.05	<0.001		
Años de estudio maternos (constante)		-0.23 28.83	0.012 0.002		
4		Edad (años)	5.69	<0.001	$R^2 = 0.5588$
	Talla madre (cm)	0.35	<0.001	R^2 ajust. = 0.5427	
	No. niños en casa			$P = <0.001$	
	2	-1.05	0.152		
	3	-2.09	0.018		
	4 o más	-4.88	<0.001		
	Años de estudio maternos	-0.23	0.015		
	Orden de nacimiento**				
	2°	-1.15	0.108		
	3°	0.31	0.714		
	4° o más (constante)	0.77 28.79	0.537 0.002		

Continúa

Modelos de talla (cm) (termina)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
5	Edad (años)	5.64	<0.001	$R^2 = 0.5580$ R^2 ajust. = 0.5454 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 3 se probó con peso al nacer, el cual fue sig. - modelo final 2. Tuvo la R^2 más alta pero no tan diferente del modelo 3. No se asumió supuesto de heterocedasticidad ni norm. de residuales.
	Talla madre (cm)	0.34	<0.001		
	No. niños en casa				
	2	-1.23	0.089		
	3	-2.18	0.014		
	4 o más	-5.05	<0.001		
	Años de estudio maternos	-0.21	0.025		
	Peso al nacer (kg) (constante)	1.65 25.22	0.006 0.007		
6	Edad (años)	5.57	<0.001	$R^2 = 0.5570$ R^2 ajust. = 0.5427 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 3 se probó con CSE, pero ninguno fue sig. y se produjo una disminución de R^2
	Talla madre (cm)	0.35	<0.001		
	No. niños en casa				
	2	-1.21	0.094		
	3	-2.10	0.018		
	4 o más	-4.80	<0.001		
	Años de estudio maternos	-0.28	0.005		
	CSE*** Media Buena (constante)	0.41 1.75 28.62	0.625 0.115 0.002		

IH: índice de hacinamiento (habitantes en casa/número de habitaciones para dormir);* No. niños en casa: tener un hijo como referencia; ** Orden de nacimiento: ser el primer hijo como referencia; *** CSE: condición socioeconómica, clasificado como bajo (referencia), medio y alto.

Modelos de talla (pz)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
1	Talla madre (cm)	0.05	<0.001	$R^2 = 0.1782$ R^2 ajust. = 0.1618 $P = <0.001$	- Se probó con todas las variables sig. (de modelos reg. simples) - Todas fueron sig.
	No. niños en casa*				
	2	-0.17	0.167		
	3	-0.35	0.019		
	4 o más	-0.71	<0.001		
	Peso al nacer (kg)	0.28	0.005		
	(constante)	-9.88	<0.001		
2	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1959$ R^2 ajust. = 0.1763 $P = <0.001$	- Se probó con Estudios Maternos y fue significativa. - Modelo final, tiene la R^2 más baja que la del modelo de talla (cm).
	No. niños en casa				
	2	-0.17	0.154		
	3	-0.33	0.024		
	4 o más	-0.78	<0.001		
	Peso al nacer	0.27	0.006		
	Años de estudio maternos	-0.03	0.036		
	(constante)	-9.89	<0.001		
3	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1906$ R^2 ajust. = 0.1673 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con IH, pero no fue significativa.
	No. niños en casa				
	2	-0.14	0.237		
	3	-0.28	0.075		
	4 o más	-0.72	0.001		
	Peso al nacer	0.26	0.010		
	Años de estudio maternos	-0.03	0.032		
	IH	-0.03	0.515		
	(constante)	-9.89	<0.001		
4	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.2064$ R^2 ajust. = 0.1770 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con orden de nacimiento, no fue sig. en ninguna de las categorías y no produce un incremento importante de la R^2 . Por lo que se descarta
	No. niños en casa				
	2	-0.14	0.253		
	3	-0.32	0.031		
	4 o más	-0.75	<0.001		
	Peso al nacer	0.28	0.006		
	Años de estudio maternos	-0.03	0.035		
	Orden de nacimiento**				
	2°	-0.20	0.091		
	3°	-0.02	0.848		
4° o más	0.03	0.893			
	(constante)	-9.83	<0.001		

Continúa

Modelos de talla (pz) (termina)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
5	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.2015$ R^2 ajust. = 0.1754 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con CSE, pero ninguna categoría fue sig.
	No. niños en casa				
	2	-0.16	0.190		
	3	-0.32	0.031		
	4 o más	-0.75	<0.001		
	Peso al nacer (kg)	0.27	0.007		
	Estudios maternos (años)	-0.03	0.021		
	CSE***				
	Media	0.04	0.766		
	Alta	0.21	0.254		
(constante)	-9.94	<0.001			

* No. niños en casa: tener un hijo como referencia; IH: índice de hacinamiento (habitantes en casa/número de habitaciones para dormir); ** Orden de nacimiento: ser el primer hijo como referencia; ***CSE: condición socioeconómica, clasificado como bajo (referencia), medio y alto.

Modelos de largo de pierna (cm)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
1	Edad (años)	3.32	<0.001	$R^2 = 0.5192$	- Se probó con todas las variables sig. (de modelos reg. simples) - IH no fue sig. - Orden de nacimiento no fue sig. - la constante tampoco es sig.
	Talla madre (cm)	0.21	<0.001	R^2 ajust. = 0.5017	
	IH (per./hab.)	-0.08	0.588	$P = <0.001$	
	Orden de nacimiento*				
	2°	-0.29	0.517		
	3°	0.58	0.292		
	4° o más	0.89	0.291		
	No. niños en casa**				
	2	-0.72	0.124		
	3	-0.85	0.143		
4 o más	-1.81	0.027			
(constante)	-0.01	0.998			
2	Edad (años)	3.30	<0.001	$R^2 = 0.5148$	- se retiró IH, no hay cambio importante en R^2 - Orden de nac. no es sig. - la constante no es sig.
	Talla madre (cm)	0.21	<0.001	R^2 ajust. = 0.4994	
	Orden de nacimiento			$P = <0.001$	
	2°	-0.27	0.541		
	3°	0.57	0.293		
	4° o más	0.88	0.290		
	No. niños en casa				
	2	-0.75	0.103		
	3	-1.02	0.065		
	4 o más	-1.97	0.010		
(constante)	-0.16	0.978			
3	Edad (años)	3.30	<0.001	$R^2 = 0.5087$	- retirando orden de nacimiento, todas las variables fueron sig. - la constante no es sig.
	Talla madre (cm)	0.21	<0.001	R^2 ajust. = 0.4990	
	No. niños en casa			$P = <0.001$	
	2	-0.90	0.047		
	3	-1.04	0.059		
	4 o más	-1.95	0.010		
(constante)	-0.05	0.992			
4	Edad (años)	3.33	<0.001	$R^2 = 0.5298$	- Se probó agregando Estudios Maternos al modelo anterior, todas las variables fueron sig. - la constante no es sig. - Modelo final, tiene la R^2 más alta
	Talla madre (cm)	0.23	<0.001	R^2 ajust. = 0.5185	
	No. niños en casa			$P = <0.001$	
	2	-0.92	0.040		
	3	-0.96	0.079		
	4 o más	-2.14	0.005		
	Años de estudio maternos	-0.19	0.001		
(constante)	-0.97	0.865			

Continúa

Modelos de largo de pierna (cm) (termina)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
5	Edad (años)	3.32	<0.001	$R^2 = 0.5249$ R^2 ajust. = 0.5113 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 4, se probó con peso al nacer, pero no es sig.
	Talla madre (cm)	0.22	<0.001		
	No. niños en casa				
	2	-0.85	0.059		
	3	-0.93	0.059		
	4 o más	-2.09	0.007		
	Años de estudio maternos	-0.18	0.002		
	Peso al nacer (kg) (constante)	0.62 -1.98	0.094 0.734		
6	Edad (años)	3.31	<0.001	$R^2 = 0.5319$ R^2 ajust. = 0.5168 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 4, se probó con CSE, pero no es sig.
	Talla madre (cm)	0.23	<0.001		
	No. niños en casa				
	2	-0.88	0.050		
	3	-0.91	0.099		
	4 o más	-2.03	0.009		
	Años de estudio maternos	-0.22	<0.001		
	CSE*** Media Alta (constante)	0.36 0.72 -1.31	0.495 0.292 0.820		

IH: índice de hacinamiento (habitantes en casa/número de habitaciones para dormir); * Orden de nacimiento: ser el primer hijo como referencia; ** No. niños en casa: tener un hijo como referencia; ***CSE: condición socioeconómica, clasificado como bajo (referencia), medio y alto.

Modelos de largo de pierna (pz)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
1	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1045$	- Se probó con la única variable sig. (de los modelos reg. simples)
	(constante)	-10.05	<0.001	R^2 ajust. = 0.1010 $P = <0.001$	
2	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1312$	- Se probó con Estudios maternos, la cual fue sig.
	Años de estudio maternos (constante)	-0.04 -10.25	0.004 <0.001	R^2 ajust. = 0.1243 $P = <0.001$	
3	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1317$	- Se probó con IH, pero no fue sig.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.006	R^2 ajust. = 0.1213	
	IH (per./hab.) (constante)	-0.05 -10.20	0.166 <0.001	$P = <0.001$	
4	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1525$	- Se probó con No. de niños en casa y solo la última categoría de niños en casa fue sig. - Modelo final, notar que la R^2 es bastante más baja que el modelo largo de pierna (cm)
	Años de estudio maternos	-0.04	0.004	R^2 ajust. = 0.1355	
	No. niños en casa*			$P = <0.001$	
	2	-0.25	0.053		
	3	-0.21	0.174		
5	4 o más (constante)	-0.48 -10.34	0.031 <0.001		
	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1610$	- De acuerdo al modelo 4, se probó con orden de nacimiento, pero ninguna es sig.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.007	R^2 ajust. = 0.1338	
	No. niños en casa			$P = <0.001$	
	2	-0.21	0.108		
	3	-0.20	0.188		
	4 o más	-0.47	0.035		
	Orden de nacimiento**				
	2°	-0.10	0.425		
	3°	0.11	0.471		
4° o más (constante)	0.21 -10.31	0.391 <0.001			
6	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1552$	- De acuerdo al modelo 4, se probó con peso al nacer, pero no fue sig.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.008	R^2 ajust. = 0.1346	
	No. niños en casa			$P = <0.001$	
	2	-0.24	0.065		
	3	-0.21	0.180		
	4 o más	-0.48	0.033		
Peso al nacer (kg) (constante)	0.15 -10.66	0.153 <0.001			

Continúa

Modelos de largo de pierna (pz) (termina)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
7	Talla madre (cm)	0.06	<0.001	$R^2 = 0.1548$ R^2 ajust. = 0.1310 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 4, se probó con CSE, pero ninguna fue sig.
	Años de estudio maternos	-0.05	0.003		
	No. niños en casa				
	2	-0.24	0.063		
	3	-0.20	0.209		
	4 o más	-0.45	0.043		
	CSE***				
	Media	0.10	0.490		
Alta	0.16	0.426			
(constante)	-10.47	<0.001			

IH: índice de hacinamiento (habitantes en casa/número de habitaciones para dormir); * No. niños en casa: tener un hijo como referencia; ** Orden de nacimiento: ser el primer hijo como referencia; *** CSE: condición socioeconómica, clasificado como bajo (referencia), medio y alto.

Modelos de largo relativo de pierna (%)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
1	Sexo	0.33	0.021	$R^2 = 0.2375$ R^2 ajust. = 0.2160 $P = <0.001$	- Se probó con todas las variables sig. (de modelos reg. simples) - orden de nacimiento no fue sig.
	Edad (años)	0.59	<0.001		
	Talla madre (cm)	0.04	0.001		
	(constante)	34.61	<0.001		
2	Sexo	0.33	0.020	$R^2 = 0.2292$ R^2 ajust. = 0.2160 $P = <0.001$	- se retira orden de nacimiento - todas las variables fueron sig. - modelo final, notar que la R^2 es más baja que el modelo de talla (cm) y largo de pierna (cm)
	Edad (años)	0.60	<0.001		
	Talla madre (cm)	0.05	0.001		
	Años de estudio maternos	-0.07	0.001		
	(constante)	34.79	<0.001		
3	Sexo	0.30	0.033	$R^2 = 0.2363$ R^2 ajust. = 0.2209 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con IH, pero no fue sig., no aumenta de manera importante la R^2 .
	Edad (años)	0.62	<0.001		
	Talla madre (cm)	0.04	0.001		
	Años de estudio maternos	-0.06	0.004		
	IH (per./hab.)	-0.004	0.929		
	(constante)	34.77	<0.001		
4	Sexo	0.30	0.036	$R^2 = 0.2412$ R^2 ajust. = 0.2197 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con número de niños en casa, pero no fue sig., ésta variable produce una disminución de la R^2 . - Notar que en los modelos de largo relativo de pierna (cm y pz) la variable de niños en casa no fue significativa.
	Edad (años)	0.60	<0.001		
	Talla madre (cm)	0.05	0.001		
	Años de estudio maternos	-0.07	0.001		
	No. niños en casa*				
	2	-0.24	0.162		
	3	0.05	0.794		
4 o más	0.12	0.679			
(constante)	34.73	<0.001			
5	Sexo	0.35	0.015	$R^2 = 0.2208$ R^2 ajust. = 0.2050 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con peso al nacer, pero no fue sig., ésta produjo una disminución de R^2 .
	Edad (años)	0.59	<0.001		
	Talla madre (cm)	0.04	0.001		
	Años de estudio maternos	-0.06	0.003		
	Peso al nacer (kg)	-0.08	0.549		
	(constante)	35.21	<0.001		
6	Sexo	0.33	0.022	$R^2 = 0.2325$ R^2 ajust. = 0.2141 $P = <0.001$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con CSE, pero ninguna categoría fue sig.
	Edad (años)	0.61	<0.001		
	Talla madre (cm)	0.05	0.001		
	Años de estudio maternos	-0.07	0.002		
	CSE**				
	Media	0.11	0.564		
	Alta	-0.06	0.793		
	(constante)	34.61	<0.001		

IH: índice de hacinamiento (habitantes en casa/número de habitaciones para dormir); * No. niños en casa: tener un hijo como referencia; ** CSE: condición socioeconómica, clasificado como bajo (referencia), medio y alto.

Modelos de largo relativo de pierna (pz)

Modelo		β	P	Resumen del modelo	Observaciones
1	Talla madre (cm)	0.03	0.001	$R^2 = 0.0833$	- Se probó con todas las variables sig. (de modelos reg. simples) - Orden de nacimiento no fue sig. en ninguna de las categorías.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.005	R^2 ajust. = 0.0650	
	Orden de nacimiento*			$P = <0.001$	
	2°	0.04	0.703		
	3°	0.22	0.096		
	4° o más (constante)	0.22	0.302		
2	Talla madre (cm)	0.03	0.001	$R^2 = 0.0707$	- Se retiró orden de nacimiento. - modelo final - Notar que de todos los modelos finales tiene R^2 más baja.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.002	R^2 ajust. = 0.0633	
	(constante)	-5.57	<0.001	$P = <0.001$	
3	Talla madre (cm)	0.03	0.001	$R^2 = 0.0643$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con IH, pero no fue sig., produjo una disminución de la R^2 .
	Años de estudio maternos	-0.04	0.005	R^2 ajust. = 0.0531	
	IH (per./hab.)	-0.01	0.782	$P = <0.001$	
	(constante)	-5.48	<0.001		
4	Talla madre (cm)	0.03	<0.001	$R^2 = 0.0840$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con No. niños en casa, pero no fue sig., la R^2 no aumenta de manera importante
	Años de estudio maternos	-0.04	0.002	R^2 ajust. = 0.0657	
	No. niños en casa**			$P = <0.001$	
	2	-0.16	0.167		
	3	0.02	0.886		
	4 o más (constante)	0.08	0.669		
5	Talla madre (cm)	0.03	0.001	$R^2 = 0.0644$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con peso al nacer, pero no fue sig.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.005	R^2 ajust. = 0.0532	
	Peso al nacer (kg)	-0.06	0.515	$P = <0.001$	
	(constante)	-5.34	<0.001		
6	Talla madre (cm)	0.03	0.001	$R^2 = 0.0743$	- De acuerdo al modelo 2, se probó con CSE, pero ninguno salió sig.
	Años de estudio maternos	-0.04	0.003	R^2 ajust. = 0.0595	
	CSE***			$P = <0.001$	
	Media	0.08	0.539		
	Alta	-0.02	0.869		
	(constante)	-5.66	<0.001		

* Orden de nacimiento: ser el primer hijo como referencia; IH: índice de hacinamiento (habitantes en casa/número de habitaciones para dormir);** No. niños en casa: tener un hijo como referencia; *** CSE: condición socioeconómica, clasificado como bajo (referencia), medio y alto.

Anexo 6. Modelo de regresión lineal múltiple de largo relativo de pierna (%)

Variable	β	(IC 95%)		P	β -Est.
Sexo (niñas)	0.30	0.02	0.59	0.035	0.12
Edad (años)	0.60	0.43	0.77	<0.001	0.39
Talla de la madre (cm)	0.05	0.02	0.07	0.001	0.19
No. niños en casa*					
2 niños	-0.21	-0.55	0.13	0.225	-0.08
3 niños	0.10	-0.31	0.52	0.630	0.03
4 niños o más	0.15	-0.43	0.74	0.601	0.03
Condición socioeconómica (CSE) [‡]					
CSE media	0.19	-0.21	0.60	0.347	0.07
CSE alta	-0.00	-0.52	0.52	1.000	-0.00
Años de estudio maternos	-0.07	-0.11	-0.02	0.004	-0.17
Peso al nacer (kg)	-0.09	-0.38	0.18	0.487	-0.04
(constante)	34.94	30.49	39.49	<0.001	-

β -Est: Coeficientes estandarizados; *un niño como referencia; [‡]CSE baja como referencia; $n = 253$; $F_{10, 242}=7.52$ (<0.001); R^2 ajustada=0.20.