

---

# CAPÍTULO 19. ECOLOGÍA DE LAS POBLACIONES HUMANAS: DESARROLLO ONTOGÉNICO, ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN.

JAVIER ROSIQUE GRACIA<sup>1</sup> Y ANDRÉS FELIPE GARCÍA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. javier.rosiqueg@udea.edu.co

<sup>2</sup> Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. rotonda37@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito del presente capítulo es analizar la variabilidad biológica humana desde un punto de vista ecológico para comprender como interacciona el ambiente con el crecimiento y desarrollo del cuerpo humano y su estado nutricional. Los estudios sobre el desarrollo ontogénico, desde la concepción hasta el envejecimiento, intentan conocer el cambio con la edad de variables como la forma y tamaño del cuerpo o su función, para definir tanto el origen de la variabilidad entre sujetos adultos como los límites del desarrollo normal. La genética y el ambiente influyen en la variación en el tamaño corporal y en el ritmo de crecimiento del cuerpo humano de forma independiente y mediante la interacción gen-ambiente. El ambiente en el que viven los seres humanos es complejo ya que comprende además de los factores físicos (aire, suelos y rocas, luminosidad, altitud, temperatura, humedad, etc.), y bióticos (animales, plantas y patógenos), otros factores propios del medio humano como las condiciones socioeconómicas, el hábitat (rural/urbano), los sistemas de obtención y aprovechamiento de alimentos, y otros sistemas de adaptación funcional (como el sistema de salud y la educación) desarrollados en cada cultura. Las relaciones con el medio pueden conducir a la enfermedad (infecciones y zoonosis), a grandes desafíos para la supervivencia (inseguridad alimentaria) y a interacciones biología-cultura como el incremento de estaturas en las nuevas generaciones y el aumento de casos de obesidad y sobrepeso en todos los países.

Algunas características del medio actúan como factores limitantes ya que, aunque posibilitan la vida dentro de un rango de valores (mínimo-máximo), desafían también una vida saludable cuando se apartan de dicho rango, o imposibilitan un envejecimiento satisfactorio. Se consideran factores limitantes: la gravedad, la altitud, la radiación ultravioleta, la temperatura, la presión parcial de oxígeno,

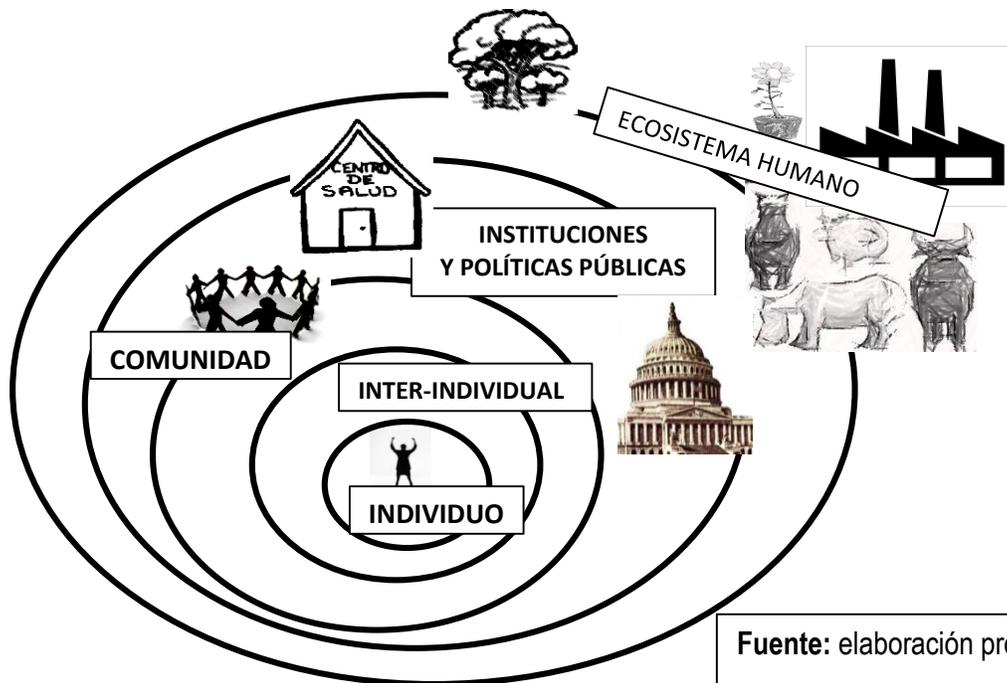
el agua, los nutrientes, los contaminantes y la producción vegetal y animal. Pero también lo son, el nivel educativo, el económico y la actividad física ya que pueden limitar los óptimos para la biología humana. Se reconoce que dichos factores actúan en particular durante ciertos **períodos críticos** (BOX 1) o sensibles del desarrollo ontogénico.

**Box 1. Períodos críticos.** Algunos períodos del desarrollo funcionan como las ventanas temporales (período prenatal, lactancia, media infancia y adolescencia) en las cuales se dan cambios biológicos clave del individuo inmaduro para adquirir la funcionalidad de órganos y tejidos. Durante las etapas de maduración se presentan cambios en los tejidos que se manifiestan de forma variable en función de algunos estímulos externos (hormonas, neurotransmisores y nutrientes), es por este motivo **que los períodos críticos son más sensibles a la interacción biología-ambiente y a la presencia de factores externos perturbadores** como la restricción calórica o el estrés materno.

*El estudio del período prenatal como período sensible ha conducido a la teoría sobre los orígenes fetales de la enfermedad (en Inglés developmental origins of health and disease DOHaD). Esta teoría se apoya en la comprobación de que la exposición a un estímulo externo como la restricción de alimentos en el período fetal puede iniciar efectos a medio o largo plazo que desencadenarán las enfermedades crónicas del adulto (como las cardiovasculares, hipertensión, obesidad y diabetes). A pesar de ello, la restricción de calorías lejos del período crítico o sensible, se ha relacionado con cierto retraso en el envejecimiento y aumento de la longevidad.*

Comprender mejor la relación entre biología humana, ambiente y cultura, interesa a los bioantropólogos como profesionales que pueden contribuir al desarrollo del punto de vista ecológico en la planeación de la salud pública y el bienestar. Los modelos ecológicos han tenido mucha influencia desde la década de 1980 en la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad (Richard et al., 2011). En estos modelos los comportamientos (hábitos de vida saludables) se muestran como **determinantes del estado de salud/enfermedad (BOX 2)** y pueden ser estudiados en relación a los niveles de complejidad que integran el ecosistema humano.

**Box 2. Determinantes del estado de salud/enfermedad.** Los determinantes pueden ser establecidos o potenciales y son entendidos como factores causales únicos (por ejemplo: el consumo de frutas o de agua, nutrición: la relación sodio/potasio en el organismo, el bajo peso al nacer, la actividad física diaria >35 min, etc.) o que actúan interaccionando unos con otros en varios niveles de complejidad: el nivel individuo, el nivel inter-individual, el nivel comunitario, el nivel institucional y político y el nivel superior o ecosistema humano. Estos cinco niveles se pueden imaginar cómo círculos concéntricos desde el círculo individuo en el centro (como muestra el gráfico). La búsqueda de los determinantes de la salud/enfermedad a través de los niveles de complejidad se ha denominado recientemente análisis multi-nivel, aunque algunos determinantes se pueden rastrear más fácilmente solo en 1, 2 o 3 niveles. El Institute of Medicine de Estados Unidos adoptó el modelo ecológico, también conocido en el mundo biomédico como perspectiva ecológica, o modelo multi-nivel, como marco conceptual para proponer recomendaciones en salud pública.



La mirada de la antropología biológica, situada entre la biología y la cultura, ve la ecología humana como la relación de los humanos con el ambiente donde viven y se propone conocer las respuestas humanas a los factores limitantes del medio (Campbell, 1985). En su relación con el ambiente el ser humano se esfuerza en la consecución de alimentos y de materias primas para la vida diaria (relaciones de transformación). Estas dos actividades requieren la construcción de un sistema socioeconómico complejo que hace de intermediario entre el ambiente y los seres humanos pero que incide en la biología humana a través de la nutrición y del sistema para afrontar la salud, la enfermedad y el bienestar.

Las adaptaciones biológicas posibilitan la supervivencia en el medio transformando a largo plazo (tiempos evolutivos) estructuras (órganos), procesos fisiológicos y comportamientos que permiten la supervivencia y reproducción de la especie. Pero algunos autores han estudiado también las adaptaciones a corto y medio plazo, éstas se pueden denominar también ajustes biológicos o patrones de variabilidad. Se producen gracias a respuestas hormonales y del sistema nervioso, originadas en cambios reguladores en la expresión de los genes (cambios epigenéticos) sin cambios en la secuencia de nucleótidos. Las respuestas epigenéticas permiten dos tipos de ajustes: la aclimatación (respuestas al cambio de temperatura, humedad, luminosidad o altitud), y los ajustes en el desarrollo ontogénico debidos a la interacción gen-ambiente. Cuando el ajuste biológico responde a un factor limitante negativo o a un desafío para la supervivencia, algunos autores prefieren denominarlo acomodación biológica.

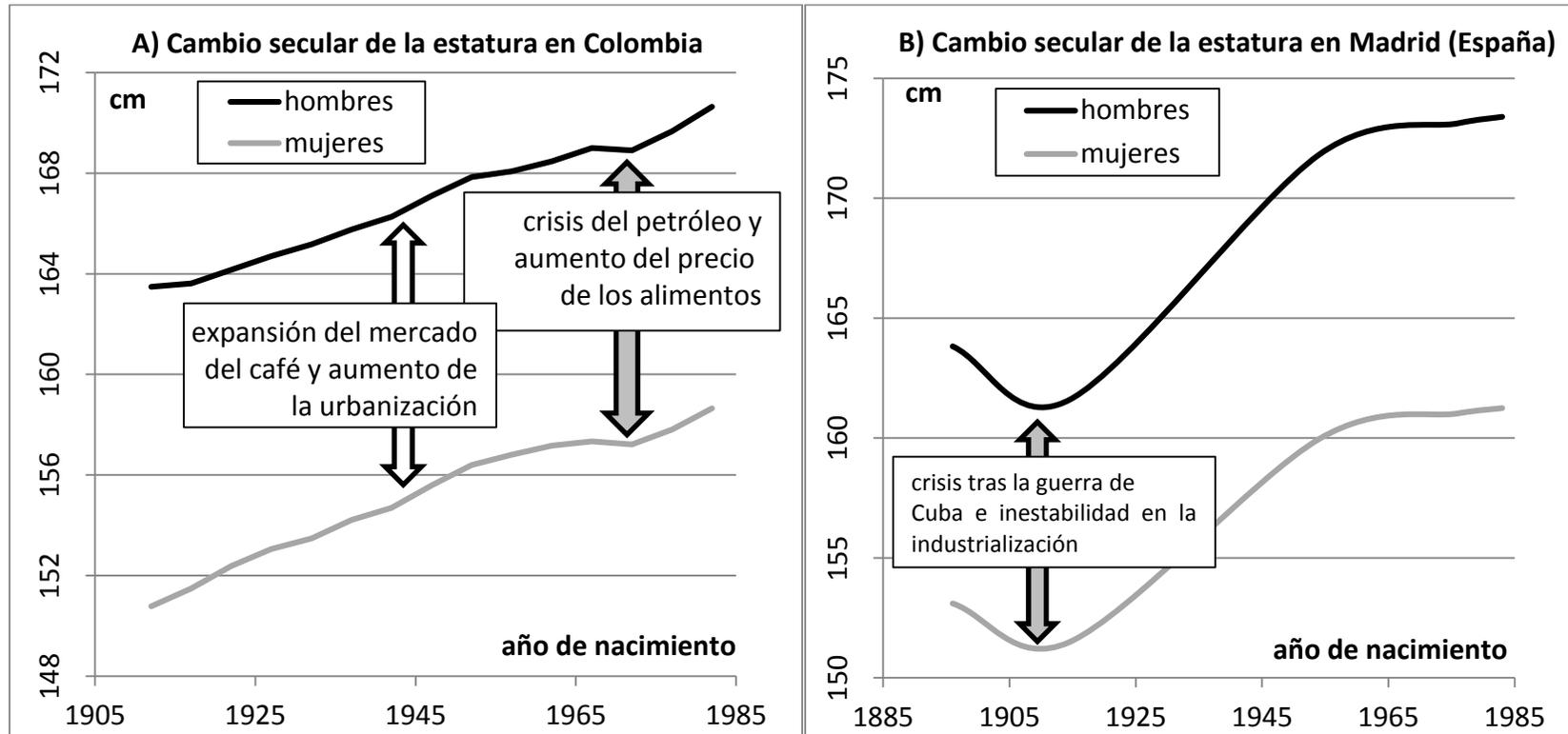
La interacción gen-ambiente no es el último nivel de interacción, pues el ser humano también responde a los cambios del medio con ajustes culturales y sociales (extrasomáticos). Estos son cambios basados en comportamientos, presentes también en otras especies, como el uso de herramientas en chimpancés (Boesch y Boesch-Ackerman, 2000). Aunque las adaptaciones comportamentales tienen su origen remoto en tiempos evolutivos, debido a su base neurobiológica y sensorial, en realidad funcionan como adaptaciones a corto o medio plazo pues requieren el manejo de decisiones y elementos no permanentes del medio. Las adaptaciones humanas extrasomáticas de tipo cultural y social como la fabricación de viviendas y vestidos, la distribución de los individuos por funciones sociales, o los conocimientos alimentarios y médicos se pueden considerar también instrumentos para la adaptación a largo plazo (supervivencia y reproducción) de la especie humana. En cambio, las normas religiosas, sociales, económicas y comerciales pueden ser vistas como ajustes

reguladores que pueden ser tanto beneficiosos como desafiantes para la vida de los individuos (Bennett y McGinnis, 2008).

a. LA INTERACCIÓN BIOLOGÍA-AMBIENTE: EL CAMBIO SECULAR DE LA ESTATURA

Las mejoras en las condiciones de vida y atención en cuidados de salud y nutrición a la infancia han producido que la estatura final de los jóvenes se incremente intergeneracionalmente. Este proceso a largo plazo se ha denominado “tendencia secular” o “cambio secular”, en general, pues puede ser tanto un incremento como un decremento para algunas medidas corporales entre individuos nacidos en distintas décadas. Aunque es posible detectar esta tendencia cuando se compara la estatura en períodos largos, aparece claramente entre cohortes decenales de sujetos de la misma edad. Los cambios seculares son en tamaño y en forma corporal. Godina (2013) muestra que desde los años 70 a los 90 del siglo XX la circunferencia torácica de las niñas de Moscú se ha reducido progresivamente al mismo tiempo que sus estaturas han aumentado. El incremento de estaturas y pesos promedio desde el nacimiento a la edad adulta de las nuevas generaciones ha ocurrido a lo largo de todo el siglo XIX y XX de forma paralela a las mejoras en las condiciones socioeconómicas (Weaver, 2011) en un gran número de poblaciones. Este incremento es más pronunciado en la adolescencia que en la infancia y en el medio urbano que en el rural y se encuentra asociado al nivel de vida y los servicios de atención en salud.

Hay estudios disponibles sobre el cambio secular de la estatura en muchos países. Algunos de ellos, analizan la información de las estaturas de los reclutas, otros han utilizado datos de registros de pasaportes o documentos de identidad con información biométrica y otros han recopilado estudios de escolares. En la figura 1 se muestran dos estudios del cambio secular de la estatura a partir de datos diferentes. En Colombia se dispone de los registros del documento de identidad o cédula colombiana que contiene información sobre la estatura de los jóvenes (figura 1A), mientras que en Madrid (España) se dispone de algunos estudios de la estatura de escolares desde hace décadas (figura 1B).



**Figura 1.** Cambio secular en estatura: A) adultos colombianos nacidos entre 1910 y 1982; la tendencia creciente hacia 1940-45 (flecha blanca) muestra un aumento algo más destacado paralelo a la bonanza económica por la expansión constante del mercado del café y la urbanización, pero hacia 1970-74 (flecha gris) hay una tendencia decreciente por la crisis del petróleo y el aumento del precio de los alimentos (Fuente: reelaborado a partir de Meisel y Vega, 2004). B) chicos y chicas madrileños de 18 años, entre 1896 y 1983; el descenso en estatura hasta 1914 (flecha gris) fue paralelo a la profunda crisis de finales del siglo XIX y principios del XX en el sistema económico al abandonar el modelo colonial, después de la guerra de Cuba de 1898, e iniciarse la nueva industrialización (Fuente: reelaborado a partir de Rosique et al., 2000).

El estudio de los registros de más de 8,400.000 jóvenes colombianos nacidos entre 1910 y 1984 (Meisel y Vega, 2004) mostró que durante dicho período hubo un incremento medio en la estatura adulta de 7,2 cm en hombres y 7,9 cm en mujeres (figura 1A), el incremento cada diez años fue de 1,02 y 1,12 cm en hombres y mujeres respectivamente. La figura 1A muestra que las curvas de incrementos de estatura en hombres y mujeres poseen pendientes crecientes con ascensos leves entre 1940 y 45 y un descenso entre 1970 y 74. Estas tendencias biológicas pueden ser explicadas de modo retrospectivo revisando la información histórica disponible sobre los cambios socioeconómicos. La figura 1A muestra gráficamente los cambios sociales que probablemente tuvieron mayor importancia en el bienestar por expansión del mercado del café y cambios en los precios de los alimentos (Hallam, 2004). Por otro lado, las estaturas de los jóvenes madrileños de 18 años (figura 1B) en el período entre 1983 y 1986 obtenidas por recopilación de varios estudios de crecimiento de escolares (Rosique et al., 2000) se incrementaron 9,6 cm en hombres y 8,2 cm en mujeres, lo que supone un incremento por década de 1,1 y 0,9 cm en hombres y mujeres respectivamente. El valor del incremento por década para la estatura encontrado por Meisel y Vega (2004) en Colombia se aproxima al valor de 1 cm por década para hombres y mujeres encontrado en un estudio reciente (Ruiz-Linares et al., 2014) en México, Chile, Perú y Colombia. En dicho estudio, el incremento estatural en Latinoamérica también parece potenciado por la mezcla genética cuando hay ancestros africanos y europeos y en menor medida por las mejoras del nivel educativo y socioeconómico. La figura 1B muestra un descenso de las estaturas de los jóvenes españoles hacia finales del siglo XIX y principios del XX hasta 1914, paralelo a la crisis histórica del modelo económico español tras abandonar el sistema colonial e iniciar la industrialización después del conflicto bélico que enfrentó a España y Estados Unidos en 1898, conocido como Guerra de Cuba. La ganancia estatural en cm/década de las mujeres colombianas fue mayor que la de las españolas, para un período similar. Esto puede ser debido a que las estaturas de aquellas poblaciones que experimentan la eliminación de factores negativos para el crecimiento tienen cambios seculares más notables. No obstante la estatura final en ambos países después de algunas décadas llegó a ser similar a la de las poblaciones de su región sociogeográfica. Este resultado es conocido como el efecto de la comunidad en el crecimiento (Aßmann y Hermanussen, 2013), un efecto que no es explicado totalmente por las diferencias en composición genética, sino por efectos del ambiente y la cultura.

Las manifestaciones de los cambios seculares positivos incluyen también variaciones en las proporciones corporales asociadas a un aumento en la longitud de la pierna, una tendencia en la

aparición más temprana de la maduración sexual, y algunos cambios en las proporciones de la cara y cabeza (Godina, 2013). Aunque algunos países europeos parecen haber terminado el crecimiento secular en estatura, muchos continúan incrementando los pesos e índice de masa corpórea (IMC) promedio entre generaciones (obesidad secular), mostrando que no se ha logrado un límite de la expresión genética de la obesidad y que los ambientes de algunos países siguen siendo obesogénicos, en parte porque han cambiado los patrones de la actividad física de los niños y jóvenes modernos por actividad baja en la vida diaria (hipokinesia).

#### b. RESPUESTAS BIOLÓGICAS A LOS FACTORES LIMITANTES: ADAPTACIÓN A LAS ELEVADAS ALTITUDES

Las poblaciones humanas poseen factores limitantes específicos en su ambiente. La baja productividad vegetal del invierno ártico y la escasez de herbívoros y otros animales, son factores limitantes para los esquimales. Al igual que las elevadas altitudes para las poblaciones tibetanas, andinas y etíopes debido a la baja disponibilidad de oxígeno. Mientras que las elevadas altitudes posibilitan respuestas biológicas genéticas y epigenéticas (Dittmar, 2014), el ártico ha estimulado adaptaciones alimentarias y culturales. La posible carencia de vitamina C por la escasez de frutas y verduras no se presenta en la población tradicional esquimal por el consumo de cerebro fresco de foca e hígado de caribú y del contenido estomacal a medio digerir de herbívoros (Johnson et al., 2009).

Las respuestas adaptativas (acomodación) a las elevadas altitudes se encuentran en poblaciones por encima de 3500 m, debido a su exposición a una reducida presión parcial de oxígeno, luminosidad y temperatura, junto con baja productividad animal y vegetal. La baja presión parcial de oxígeno (hipoxia) en el aire de las cumbres elevadas, dificulta la difusión del oxígeno de los pulmones a través de los tejidos y las membranas biológicas, e impide que la hemoglobina de los glóbulos rojos se sature de oxígeno; como consecuencia el crecimiento y la reproducción se ven afectados. De hecho se encuentra más probabilidad de abortos en humanos y en el ganado. A 5500 metros sobre el nivel del mar (msnm) la presión parcial de oxígeno es la mitad que a nivel del mar y a 7500 msnm hay hipertensión pulmonar y riesgo de edema cerebral en alpinistas; a mayor altitud se hace prácticamente imposible la vida humana.

En países con mucha población tanto en regiones altas como a nivel del mar, la gente subestima el efecto de la altitud. De hecho en algunas ciudades colombianas de medianas alturas como Bogotá (2600 msnm), anualmente se registran algunos fallecimientos, en niños que migraron con sus familias

desde regiones de baja altitud, por hipertensión pulmonar junto con casos leves de mal de altura (Díaz, 2012). Las adaptaciones biológicas de las poblaciones tradicionales por encima de 3500m, van desde el incremento del peso de las placentas, el incremento del número de glóbulos rojos en sangre por milímetro cúbico, hasta el aumento de la vascularización pulmonar y la capacidad torácica. El menor peso al nacimiento en poblaciones de elevada altitud (Villamonte et al., 2011) es una acomodación a la hipoxia que posibilita en muchos niños un nacimiento saludable. No obstante los pesos al nacimiento en el sur de Perú son sorprendentemente más altos que en los Andes Centrales y similares a los de la población al nivel del mar (Gonzales, 2013) e incluso superiores a los de los neonatos de madres recién emigradas a elevadas altitudes y esto refleja la adaptación biológica ancestral de la población nativa peruana de elevadas altitudes.

En las elevadas altitudes se presentan también adaptaciones fisiológicas temporales para los sujetos que se trasladan a alta montaña, éstas suelen denominarse aclimataciones. La aclimatación es un ajuste biológico que ocurre cuando el estímulo ambiental es constante y está presente el tiempo suficiente para desencadenar una respuesta biológica. El ajuste toma cierto tiempo en surgir porque requiere un cambio en la fisiología del organismo ante el factor limitante y es reversible cuando la situación que produce el cambio termina. Por ejemplo, el incremento del número de glóbulos rojos por milímetro cúbico, es una aclimatación a la hipoxia cuando nos trasladamos a elevadas altitudes y se produce en unos 4 a 7 días de haber ascendido. No obstante en algunas personas aumenta solo la densidad de glóbulos reduciendo el volumen plasmático. Cuando la persona regresa a nivel del mar, el número de glóbulos rojos vuelve a reducirse hasta los valores habituales (entre 4,7 y 6,1 millones de glóbulos por mm cúbico en hombres y entre 4,2 a 5,4 millones de glóbulos por mm cúbico en mujeres). El desarrollo de la masa muscular como resultado de un frecuente y exigente ejercicio físico o deportivo es también un ejemplo de aclimatación biológica a la actividad y es reversible si el individuo inicia una vida sedentaria.

## 2. EL DESARROLLO ONTOGÉNICO

Para el ser humano el desarrollo ontogénico u ontogenia es el proceso de formación individual del ser humano maduro biológicamente y abarca desde la concepción al adulto y su posterior envejecimiento. La antropología biológica está interesada en estudiar las diferencias interindividuales y entre poblaciones en el desarrollo tanto prenatal como postnatal (Hauspie, 2005) y la variabilidad humana en el envejecimiento (Bernis 2005). El crecimiento es uno de los procesos más notables del desarrollo pero

también lo es la maduración (serie de etapas que atraviesa el organismo hasta adquirir la funcionalidad adulta de tejidos y órganos). El organismo tiene cierta plasticidad biológica para responder a las condiciones ambientales prevalentes gracias a la regulación de la expresión de los genes y la interacción gen-ambiente. Las respuestas ontogénicas son ajustes no reversibles, debido a que el proceso de maduración hace que no se pueda retroceder en el desarrollo. No obstante, estos ajustes del desarrollo tienen valor limitado por ser a corto o medio plazo y por ello dependen de una ventana temporal (o período crítico) para activarse y de no producirse el ajuste, éste no ocurre después.

#### a. LA PLASTICIDAD TEMPRANA EN EL DESARROLLO

La capacidad de modificar el desarrollo temprano (prenatal y postnatal cerca del nacimiento) en respuesta al ambiente, o a ciertos comportamientos (maternos), se conoce como plasticidad temprana en el desarrollo ontogénico, y refleja la capacidad de un solo genoma de generar una variedad de posibles respuestas biológicas o comportamentales, dependiendo de las características del ambiente. Se sabe que la malnutrición durante la gestación, el consumo de alcohol y sustancias estupefacientes, la contaminación y algunos agentes infecciosos reducen el peso al nacimiento. También a nivel poblacional hay una reducción del peso fetal en elevadas altitudes y en climas tropicales. Pero el bajo peso al nacimiento (BPN) es un parámetro individual, definido por la OMS como peso al nacer inferior a 2.500 g. En las zonas situadas por encima de los 3000 msnm de la provincia de Catamarca (Argentina) el BPN, se presenta en el 6,6% y 7,2% en niños y niñas respectivamente, mientras que solo llega al 2,9% en niños y 3,3% en niñas de zonas con altitud inferior a 1000 msnm (Lomaglio et al., 2007).

El BPN tiene relevancia por ser un predictor del crecimiento posterior y de la supervivencia pues los pesos muy bajos (<1.500 g) aumentan la mortalidad. El BPN es más frecuente en los países asiáticos como efecto de la mayor proporción de madres malnutridas que se encuentra en Asia (Muthayya, 2009), pero también ocurre frecuentemente (16% de los nacimientos) en todos los países en desarrollo. En Medellín, ciudad andina de Colombia de mediana altitud, entre 2003 y 2006, fue del 17% según Vélez-Gómez et al. (2006) y ocurrió en los casos de niños nacidos a término (no prematuros) con retraso en el crecimiento intrauterino. El papel de la suplementación con micronutrientes, como la vitamina B12 y el ácido fólico en la alimentación de la madre ha suscitado interés preventivo, por su papel en la reducción de los casos de BPN (Bjørke-Monsen et al., 2001).

En el desarrollo prenatal (*in utero*) o durante la infancia el ser humano está expuesto al ambiente de los nutrientes y las hormonas. Se conocen una variedad de influencias tempranas que afectan tanto

el desarrollo como la vida adulta a nivel biológico, incluyendo, los patrones de crecimiento, la fisiología del estrés, la presión sanguínea, el metabolismo de la glucosa, el almacenamiento de grasa y la biología reproductiva (Gluckman et al., 2008).

La vida prenatal es uno de los **períodos críticos** (BOX 1) o sensibles de mayor importancia para comprender las respuestas de la biología humana al ambiente. Un ejemplo muy conocido ocurre cuando la velocidad de crecimiento *in utero* y después del nacimiento es baja, esta condición predice un conjunto de posibles resultados tardíos en el adulto como el aumento del riesgo cardiovascular y diabetes del adulto y una escasa producción de hormonas reproductoras. Esto ha apoyado el modelo conocido como teoría de los orígenes fetales de la enfermedad. También, la captación por breves períodos, durante la vida postnatal, de la hormona leptina del tejido adiposo blanco, puede modificar permanentemente el comportamiento alimentario del sujeto, incrementando su ganancia de peso y el riesgo de diabetes en etapas posteriores. La exposición prenatal a las hormonas del estrés (cortisol) que llegan al feto eludiendo la barrera de la placenta puede influir en la respuesta postnatal exagerada del sujeto a situaciones de estrés.

En las décadas de 1950 y 1960, se usó el Di-Etil-Stilbestrol (DES) como un fármaco capaz durante el embarazo de prevenir abortos espontáneos. Se esperaba que esta sustancia preventiva pudiera modificar positivamente el ambiente químico celular *in utero*. Pero fue sorprendente comprobar que la descendencia de las madres tratadas con DES desarrollaban una serie de resultados adversos como por ejemplo el riesgo incrementado de desarrollar cáncer vaginal, infertilidad, menopausia temprana y desordenes inmunitarios. Sorprendentemente se presentaron también problemas de irregularidad menstrual e infertilidad en los nietos, hijos de las personas que habían sido expuestas *in utero* al DES, mostrando que los efectos del DES en las madres, trascendían una sola generación (Titus-Ernstoff et al., 2006) ya que alcanzaban a hijos y nietos.

La plasticidad en el desarrollo puede ser alterada como se deduce de los ejemplos anteriores (el efecto de la velocidad baja de crecimiento *in utero*, los efectos de la leptina, las hormonas del estrés y el DES). Esto es debido a que el proceso de desarrollo ontogénico posibilita al organismo respuestas eficientes a los ambientes cambiantes. Autores como Gluckman y Hanson (2005) argumentan que muchos cambios que muestran plasticidad en el desarrollo son adaptaciones de las generaciones

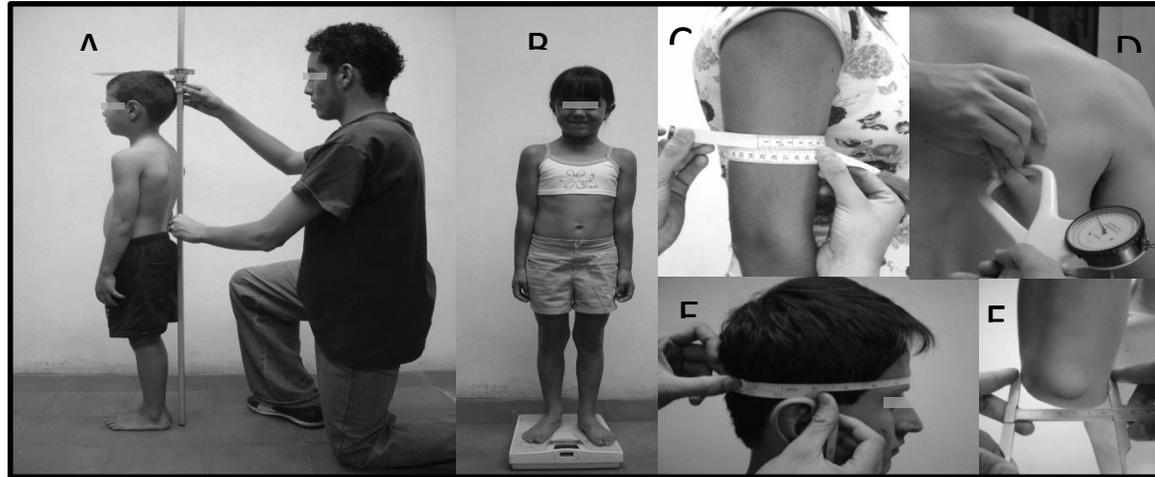
actuales al ambiente en que se desarrollaron padres y abuelos. El desarrollo ontogénico responde a través de la placenta a algunas características de la química sanguínea de las generaciones anteriores.

Como los **períodos críticos** (BOX 1) se superponen con los períodos de dependencia materna en el metabolismo y fisiología del nuevo ser en desarrollo, es muy posible que las adaptaciones biológicas maternas se puedan transferir al fenotipo en desarrollo de un modo epigenético, pues la sensibilidad celular de los tejidos del nuevo ser es mayor durante dichos períodos críticos (Kuzawa y Thayer 2011).

#### *í.* CRECIMIENTO Y DESARROLLO POSTNATAL

Muchas de las observaciones sobre crecimiento y desarrollo se han obtenido mediante **antropometría** (box 3), una técnica no invasiva para obtener las medidas (peso, estatura, longitudes, perímetros, etc.) que describen los cambios del cuerpo con la edad. La **auxología** es la ciencia que estudia el crecimiento y desarrollo del cuerpo humano y a su desarrollo han contribuido tanto pediatras como bioantropólogos. La recolección de datos antropométricos puede hacerse mediante el muestreo transversal, es decir, por obtención de medidas antropométricas para cada sujeto de la muestra en una sola ocasión sin seguimiento, o bien mediante el muestreo longitudinal por medición repetida de los mismos sujetos a intervalos de tiempo establecidos (cada 0,8 a 1,5 años). Los muestreos transversales distribuyen el tamaño de la muestra total por edades (grupos de un año) y sexo. Se considera una distribución adecuada la que incluye tamaños muestrales proporcionales a la varianza de la medida antropométrica estudiada, para cada grupo de edad. Finalmente, la curva de crecimiento (figura 2) en distancia se consigue en los estudios transversales representando gráficamente la mediana, percentil 50 (P50), de la medida antropométrica (estatura, peso, etc.) para los sujetos de la misma edad y sexo. Este tipo de curva también se denomina de **amplitud** (BOX 4) del crecimiento, mientras que la curva de velocidad del crecimiento individual representa el **tempo** (BOX 4) o ritmo de crecimiento.

**Box 3. Antropometría.** Esta técnica permite medir el cuerpo humano y expresar el tamaño y forma corporal utilizando instrumentos de medición portátiles, no invasivos y de bajo costo para trabajos de campo. La estatura y longitudes corporales se miden con un antropómetro (A.), las circunferencias con cinta métrica (C. y E.), el peso corporal en una báscula (B.), el espesor de los pliegues cutáneos con un adipómetro (D.) y los diámetros óseos con el calibre de ramas rectas (F.). Las técnicas de medición deben ser aprendidas con detalle a partir de manuales de entrenamiento como: [http://www.minsa.gob.pe/portalweb/02estadistica/encuestas\\_INEI/Bddatos/Documentos%20Metodologicos/Manuales/MANUAL%20DE%20LA%20ANTOPOMETRISTA%202012.pdf](http://www.minsa.gob.pe/portalweb/02estadistica/encuestas_INEI/Bddatos/Documentos%20Metodologicos/Manuales/MANUAL%20DE%20LA%20ANTOPOMETRISTA%202012.pdf)

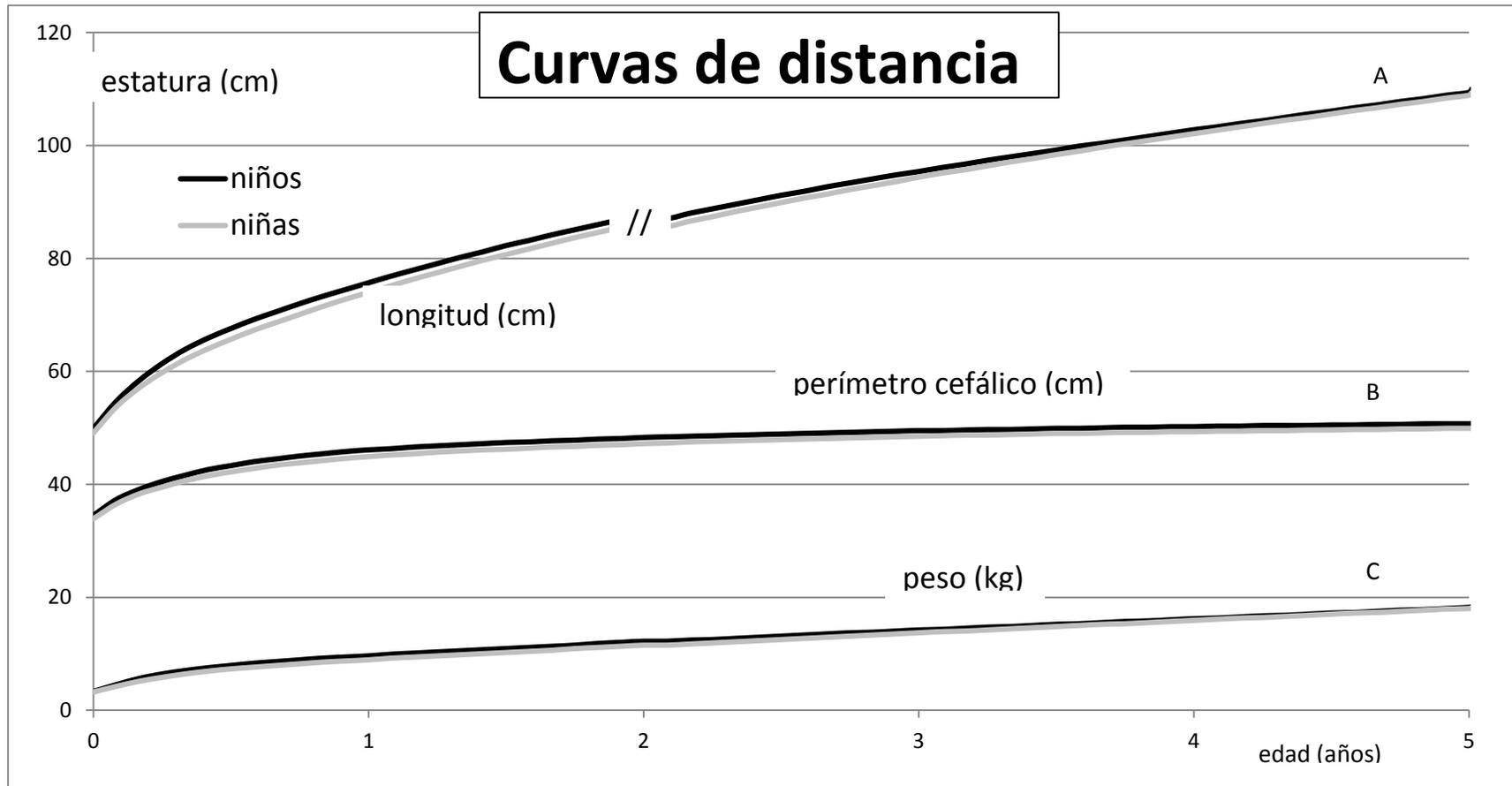


El medidor debe entrenarse, con un supervisor, para obtener medidas consistentes (repetibilidad de las medidas) obteniendo el error técnico de medida (*etm*) para cada variable antropométrica en una serie de sujetos (al menos  $n=10$ ) a los que se les repiten las medidas después de unas horas en un día determinado.

$$etm = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_2 - m_1)^2}{2n}}$$

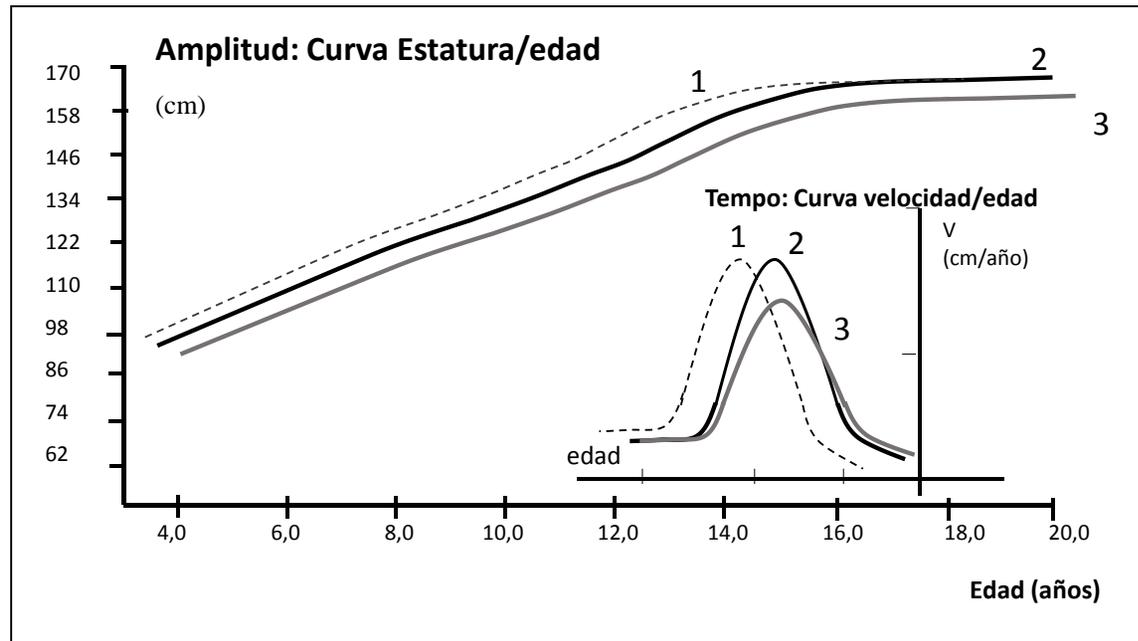
**Fórmula del error técnico de  
medida para n sujetos**

Si las repeticiones de una medida para cada sujeto  $i$  se escriben como  $m_1$  y  $m_2$ , entonces el *etm* (expresado en la fórmula del cuadro) es la raíz de la suma de las diferencias la cuadrado entre las dos repeticiones para los  $n$  sujetos estudiados y dividida por  $2n$  (número total de repeticiones, p. ej.:  $2 \times 10$ , para 10 sujetos). Se considera que después de un buen entrenamiento los valores de los *etm* deberían ser  $< 1\%$  del promedio de la medida de los sujetos de prueba en el peso, la estatura y perímetros corporales,  $< 2\%$  para los perímetros y longitudes corporales pequeñas y  $< 5\%$  para los pliegues cutáneos. Foto: colección propia del Laboratorio de Antropología Biológica de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).



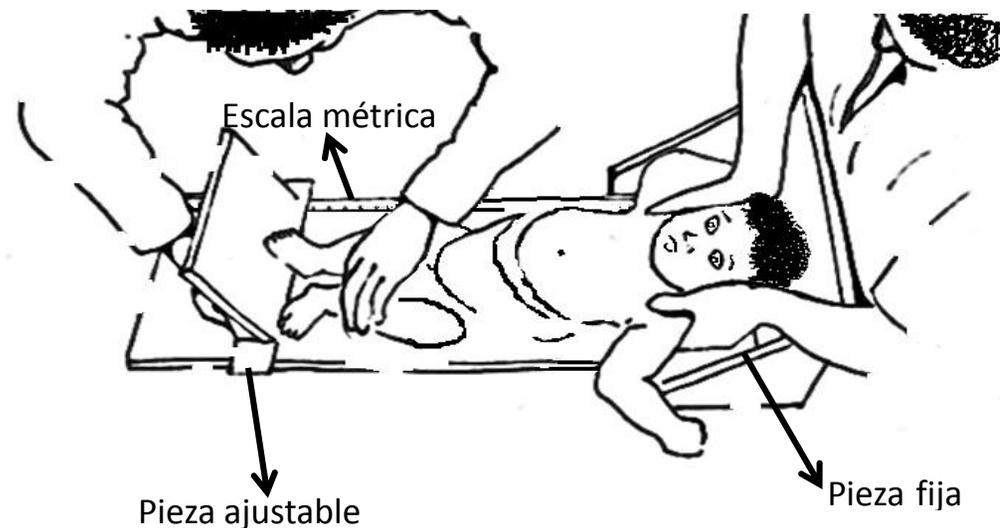
**Figura 2.** Patrones de crecimiento de niños y niñas de 0 a 5 años, para tres tipos de medidas corporales. Fuente: elaborado por los autores a partir de los datos tabulados de la OMS (2006, 2007).

**Box 4. Amplitud y tempo.** Estos términos se usan por tradición en Auxología para diferenciar los patrones de crecimiento individual a partir de un símil histórico empleado por Franz Boas un antropólogo alemán que realizó estudios de crecimiento de hijos de alemanes emigrados a Estados Unidos. Franz Boas además de ser conocido como impulsor del enfoque de la antropología americana se interesó por el estudio del efecto de la migración y los cambios de las condiciones de vida en el crecimiento y desarrollo infantil. Como muchos alemanes amantes de la música imaginó que las diferencias del crecimiento entre individuos se parecen a las diferencias entre músicos tocando su partitura. Las diferencias en velocidad o ritmo de crecimiento que se muestran en la curva de velocidad ( $v$  [cm/año]/edad) para tres niños (1,2,3), se parecen a diferencias en el tempo de la música ya que el niño que crece más rápido (1) parece que toca allegro y el que toca adagio se parece al que crece a un ritmo más lento (3) aunque llegue finalmente a estaturas similares al niño promedio (2) al final del periodo de crecimiento. Las diferencias en tempo son diferencias en el ritmo de maduración. Los auxólogos extienden el ejemplo también a la amplitud de las ondas sonoras que diferencia la magnitud entre sonidos, y distingue a los que tocan alto (más decibelios) y bajo (menos decibelios) igual que la curva de crecimiento en distancia (curva estatura/edad) distingue el resultado del crecimiento diferenciando niños altos (1-2) y bajos (3). Gráfico con 3 casos teóricos (Fuente: elaboración propia).



**Box 5. Infantómetro.** Es un instrumento portátil para trabajos de campo. Además de marcas comerciales algunos laboratorios logran fabricar su propio equipo de campo a un precio razonable disponiendo de tablas de madera ligera y una cinta métrica. La medida de la longitud de los bebés menores de 2 años suele hacerse entre dos personas que conocen el protocolo de medida y se han entrenado con un supervisor para aplicar la técnica de forma ágil y evitar errores de la medición. El infantómetro se coloca sobre una superficie plana (mesa) y se preparan las condiciones del lugar para que no esté muy frío. La medida es sin zapatos o medias y sin accesorios en el cabello. La madre ayuda a colocar al bebé en decúbito supino (boca arriba) en el infantómetro y a sujetar la cabeza del niño, mientras que el medidor aplica una presión suave sobre las rodillas para extender las piernas mientras desliza la parte ajustable del infantómetro hasta realizar la lectura de la longitud que marca la línea más cercana de la pieza ajustable con la escala métrica. La longitud se suele diferenciar de la medida parado unos 0,7cm. Este valor puede estimarse comparando las longitudes de varios bebés que puedan también pararse para repetirles la medida de pie usando un antropómetro. (Fuente: modificado a partir de [http://www.who.int/childgrowth/training/apoyo\\_midiendo.pdf](http://www.who.int/childgrowth/training/apoyo_midiendo.pdf)).

### INFANTÓMETRO PORTÁTIL



El *tempo* es una medida de maduración, ya que hay niños y niñas que son maduradores tempranos y otros tardíos en adquirir la estatura final sin apartarse de la normalidad. Las curvas de crecimiento en *amplitud* de la estatura, el peso y el perímetro cefálico en niños y niñas, de 0 a 5 años (figura 2), con buen estado de salud, a partir del estudio de la OMS (2006, 2007) reflejan tres patrones principales de crecimiento para: el esqueleto, tejidos blandos y tejido neurocerebral. En sentido estricto el crecimiento en estatura (figura 2A) se expresa desde los dos años de edad. De 0 a 2 años o antes de que el niño camine y se pare, se suele indicar la longitud del niño en decúbito supino, acostado sobre un **infantómetro** (BOX 5). La forma de la curva de crecimiento en estatura/longitud (figura 2A) tiene el patrón de crecimiento de todas las longitudes y anchuras postcraneales, como la talla sentado, la longitud de los brazos y piernas y las anchuras de la cintura pelviana y escapular. La longitud al nacer es el 45,4% y 44,9%, de la estatura a los 5 años, en el niño y la niña respectivamente. El adulto en cambio triplica aproximadamente la longitud del niño al nacer. Esta curva de crecimiento posee una pendiente creciente hacia el lado derecho del eje de la edad, pues los incrementos en la longitud del esqueleto se acumulan año tras año. En cambio la curva de crecimiento para el perímetro cefálico es muy diferente (figura 2B) por reflejar el patrón de crecimiento cerebral. El 68,1 y 67,9% del tamaño a los 5 años, en el niño y la niña respectivamente, se ha conseguido ya al nacimiento. A los 3 años se llega a completar el 97,6% y el 97,2% en niños y niñas del tamaño que tendrá la cabeza a los 5 años. Esta curva seguirá paralela al eje horizontal de la edad después de los cinco años sin incrementos anuales superiores a 0,1 cm, y solo más tarde, se llegará a la medida máxima del perímetro hacia los 7 años de edad. Este tipo de crecimiento es típico de otras dimensiones craneales (Hauspie, 2005), pero no se logra encontrar en muchas dimensiones de la cara.

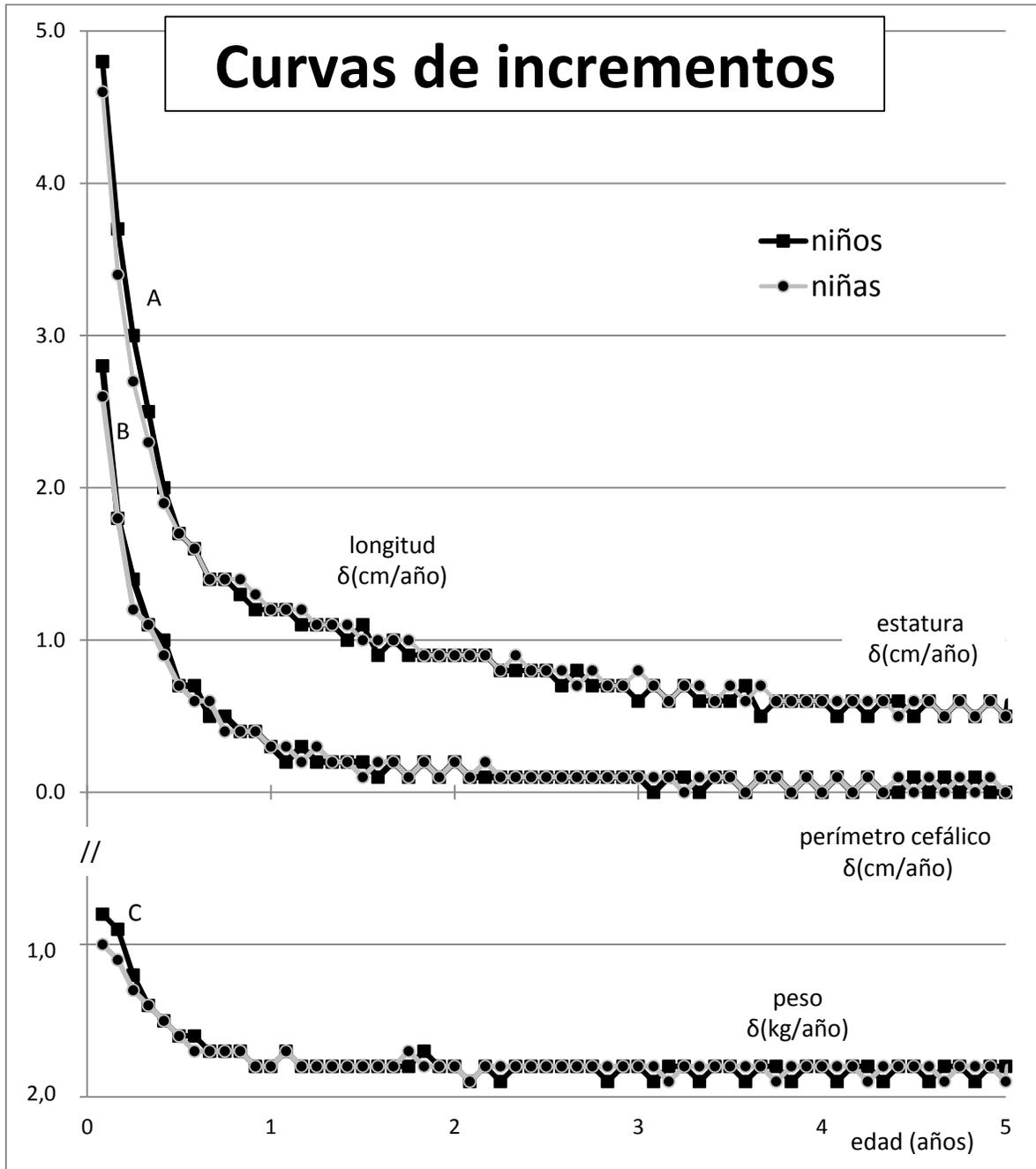
Finalmente la curva de crecimiento del peso corporal muestra un patrón aparte, pues el niño nace apenas con el 18% y la niña con el 17,6% del peso corporal que tendrán a los 5 años de edad (figura 2C). La pendiente de la curva de distancia (*amplitud*) crece hacia la derecha de forma más lineal que en la estatura y seguirá aumentando después, ya que el incremento del peso persiste durante gran parte de la vida y permite que el peso del adulto pueda llegar a más de 20 veces el del niño o niña al nacer en muchas personas. El peso corporal está más influido que la estatura por factores ambientales y por ello fluctúa en mayor medida. En cambio, la estatura, en general, posee mayor heredabilidad que el peso y los perímetros corporales. Estos tres patrones de crecimiento, dan la idea de la heterogeneidad del proceso dependiendo del órgano o tejido y muestran la mayor

velocidad de crecimiento neurocerebral respecto el cuerpo en general y el gran potencial crecimiento de los tejidos blandos.

El estudio de la velocidad de crecimiento (*tempo*) requiere de medidas individuales con seguimiento. La diferencia entre la medida actual del sujeto y la anterior dividida por el intervalo de tiempo transcurrido es la velocidad instantánea de crecimiento a la edad actual. Algunos autores prefieren denominar velocidad instantánea solo a la primera derivada de la curva de distancia modelada matemáticamente (Hauspie, 2005). Cuando no disponemos de datos longitudinales y, tenemos solo datos transversales, hecho que es frecuente en los estudios de salud de las comunidades, o de vigilancia nutricional a nivel nacional, no se calculan velocidades de crecimiento sino incrementos anuales.

El incremento anual ( $\delta$ ) para cualquier medida antropométrica representa la diferencia entre la mediana (P50) de la medida en un grupo de edad y la del grupo de edad anterior a éste, para el mismo sexo. La figura 3 es la representación gráfica de los valores  $\delta$  de la estatura/longitud, perímetro cefálico y peso, para las diferencias entre las medianas consecutivas de los niños y niñas saludables de 0 a 5 años (OMS, 2006,2007).

Los incrementos postnatales longitud/edad son altos al inicio, y mayores que para las otras dimensiones corporales, pero decrecen cada mes respecto al crecimiento en el mes anterior hasta los 3 años (figura 3A). Esto se presenta en las curvas individuales como una deceleración del crecimiento hasta los 2,5 o 3,0 años de edad, posteriormente se hace más constante la velocidad de crecimiento y la deceleración pierde importancia. Los incrementos del perímetro cefálico (figura 3B) se van reduciendo mes tras mes hasta los dos años, acercándose a valores próximos a cero y se mantienen así hasta los 5 años. Los incrementos del peso (figura 3C) decrecen también notoriamente hasta el primer año pero no tanto como los de la cabeza, después se mantiene una tasa constante de incremento. La figura 3C muestra que dicha tasa sostiene el 8-17% del incremento en peso en niños y el 10-20% en niñas, respecto a los valores al inicio de la vida. No obstante, esta tasa es menor que la que muestran los estudios individuales donde muchos niños y niñas muestran incrementos progresivamente mayores de peso desde los 3 años hasta los 7 u 8 años de edad.



**Figura 3.** Incrementos anuais de tres medidas corporales en niños y niñas saludables de 0 a 5 años. Fuente: elaborado por los autores a partir de los datos tabulados de OMS (2006, 2007).

## ii. INFANCIA Y ADOLESCENCIA

Desde el punto de vista biológico la infancia está comprendida por la lactancia (primera infancia) y por la niñez (segunda infancia). Su duración es entre 6 y 12 meses, aunque en poblaciones tradicionales es hasta los 3 años. El período es de incremento rápido de velocidad de crecimiento (gran aceleración) seguido de un descenso (figura 4). La segunda infancia (niñez) es el momento (1) de la figura 4b-d, es un período de cambio lento que abarca desde que la velocidad llega a un mínimo hasta que inicia el Brote de Velocidad Estatural (BVE).

Aunque adolescencia es un término más psicológico que biológico definido por los comportamientos relacionados con la formación de la identidad, la maduración psicosocial y la funcionalidad que tendrá el adulto (Buckler, 2007), la biología humana ha adoptado el término adolescencia para describir de forma global el proceso de crecimiento en el período entre el inicio del BVE y su final a los 17 o 18 años, cuando cesa dicho proceso. Durante la adolescencia ocurren los cambios madurativos de la pubertad y de la ganancia máxima de masa ósea. El crecimiento de los distintos segmentos corporales se asocia con cada período del ciclo vital, ya que el crecimiento del tronco se asocia con el momento de la lactancia y adolescencia, mientras que el crecimiento de las piernas se asocia más con la infancia (niñez) y preadolescencia. Por ello, una maduración más temprana (adelanto en *tempo*) repercute en una menor longitud de las piernas en relación al tronco por acortamiento del período biológico de alargamiento de la extremidad inferior. El inicio de la pubertad, período de maduración sexual, se relaciona con la aparición de vello sexual o vello púbico, pero también con otros cambios somáticos como el desarrollo mamario, desarrollo de los genitales y fisiológicos (menarquia y espermarquia). La maduración sexual también tiene un *tempo* o ritmo individual y por ello hay maduradores tempranos, promedio y tardíos. Pero no se debe confundir maduración temprana y pubertad precoz, ya que la precocidad se considera una condición extrema (Carel y Léger, 2008) definida por la aparición de los primeros caracteres sexuales secundarios antes de los 8 (en niñas) u 8,5 años (en niños). En cambio la maduración temprana está dentro de la variabilidad normal, donde algunos sujetos maduran más rápido que otros.

La curva de *amplitud* de la estatura desde los 3 a los 18 años o más, atraviesa la segunda infancia y adolescencia y finaliza alcanzando la talla del adulto. En estudios poblacionales es la talla promedio o asíntota superior (figura 4a-c). La curva de crecimiento obtenida por Rosique y Aréchiga (2010) para hijos de emigrantes campo-ciudad residentes en México DF (colonias de Iztapalapa y

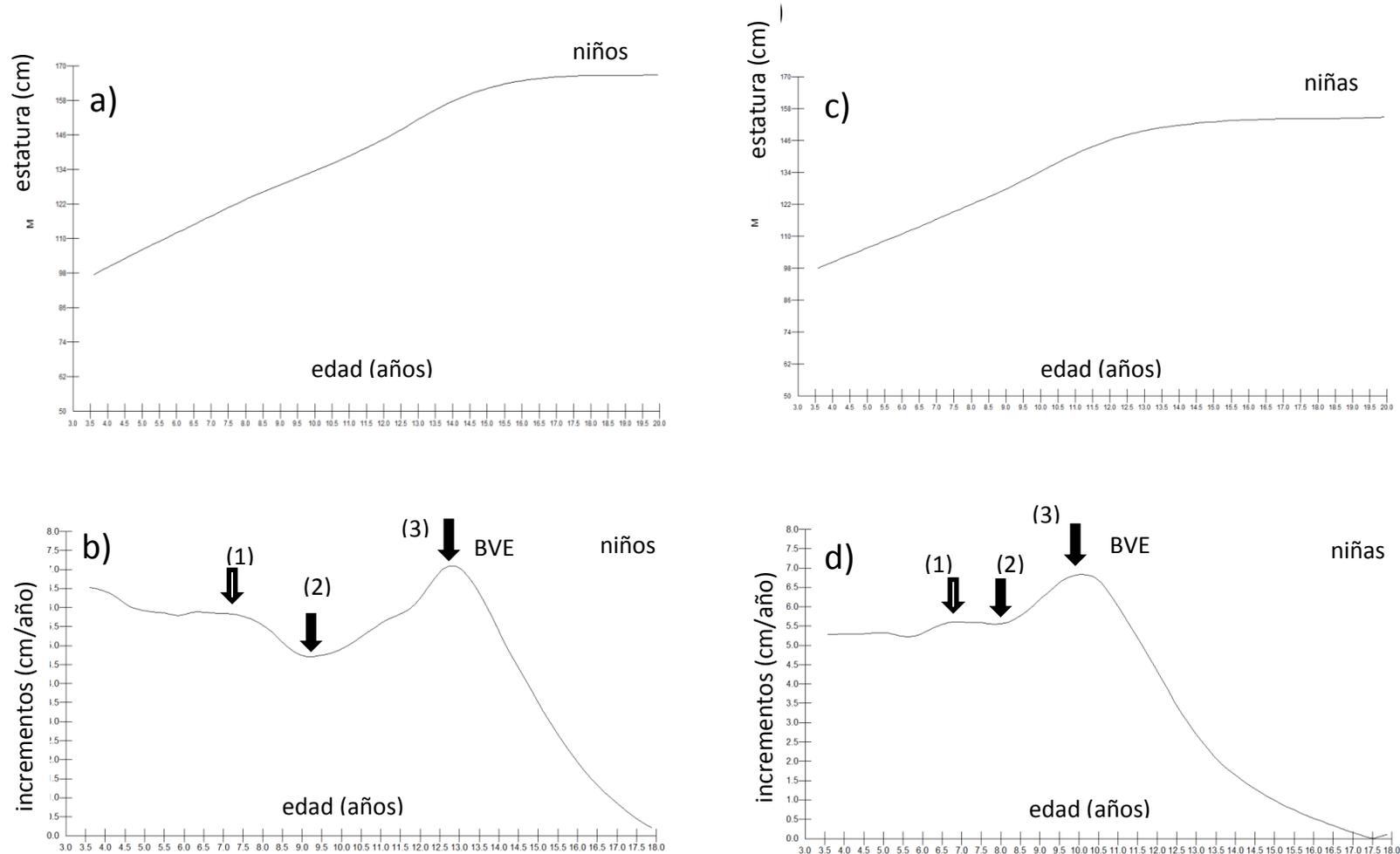
Coyoacán) mediante el modelo no estructural LMS (Cole, 1990) proporciona una estatura final promedio de 166,6 cm a los 18 años en niños y 154,4 cm en niñas. De los 18 a los 20 años de edad se observa un incremento medio muy modesto de +0,2 cm (niños) y +0,3 cm (niñas). Incrementos de estatura inferiores a 0,5 cm no representan un cambio biológico importante como ocurre ya en la mayoría de las poblaciones. La curva de velocidad de la estatura permite estudiar la magnitud y momento (*tempo*) del estirón puberal o brote de crecimiento, causado por el efecto activador de la hipófisis y las hormonas sexuales. La curva de velocidad es similar aunque no idéntica a la curva de incrementos medios en el estudio poblacional de los niños y niñas mexicanos (figura 4b-d) y muestra un tramo de incrementos decrecientes (momento 1), donde parece que cada año se crece más lentamente, llegando a un mínimo hacia los 9,5 y 7,5 años respectivamente (momento 2). Después inicia un tramo (momento 3) en forma de campana (BVE= Brote de Velocidad Estatural o, PHV= *Peak Height Velocity*) como consecuencia de la aceleración del crecimiento de la adolescencia. La campana finaliza con velocidades de crecimiento muy bajas cerca de los 18 años. Durante el brote o estirón ocurren la mayor parte de los cambios madurativos de la pubertad. El máximo del estirón ocurre hacia los 12 años en chicas y hacia los 14 años en chicos en la mayoría de los sujetos. En el estudio de la población mexicana está a los 11 años en niñas y 13 en niños (BVE de la figura 4b-d) probablemente porque entre los hijos de emigrantes hay maduradores tempranos. No obstante el cálculo de la edad al BVE puede variar entre estudios transversales respecto a los longitudinales (con seguimiento). Los estudios transversales también muestran un estirón adolescente algo achatado en altura (Hauspie, 2005).

En los estudios de crecimiento individual, algunos niños ( $\approx 20\%$ ) también tienen un brote previo (estirón de la media infancia) como consecuencia de su adrenarquia (maduración de las capsulas suprarrenales) que se sitúa hacia los 5,5-6 años en chicas y hacia los 7,5-8 años en chicos. Este pequeño brote se aplana en la curva de velocidad de la mayoría de los estudios poblacionales, o es imperceptible, pero el modelo LMS tiene la habilidad de evidenciarlo (momento 2 de figura 4b-d) porque ajusta de modo independiente los cambios de cada región de la curva mediana (P50) gracias al uso de splines cúbicos a cada edad.

#### b. DIMORFISMO SEXUAL

Las mujeres en relación a los varones poseen en general estaturas menores por su menor cociente pierna/tronco y esto se relaciona con su llegada más temprana a la pubertad. La curva de

distancia de 3 a 20 años (figura 4 a-c), muestra que existe una diferencia en la estatura final de 12,2 cm entre chicos y chicas mexicanos. Esta diferencia llega a 13 cm, en promedio, en muchas poblaciones humanas. El dimorfismo sexual, es una tendencia propia de nuestra especie y otros primates, donde en general los machos son de mayor tamaño, peso, densidad ósea y corpulencia que las hembras. La mayor estatura de los niños en crecimiento respecto a las niñas se mantiene inferior a 1cm antes de los 9 años. Pero solo entre los 9 y 13 años las niñas superan en estatura a los niños debido a que poseen un mayor adelanto madurativo en el desarrollo del esqueleto y sistema hormonal. Es notable que entre los 11 y 12,5 años las niñas en promedio sean 2cm más altas que los niños (Hauspie, 2005). Después de los 13 años y hasta los 18 años el dimorfismo sexual en estatura posee valores positivos para los niños por su notable BVE frente a las niñas.



**Figura 4.** Curvas de crecimiento ajustadas mediante el modelo LMS (Cole 1990) procedentes de las colonias populares de México (Iztapalapa y Coyoacán). Se muestra la mediana (P50) de la estatura de niños (a) y niñas (c) y la estatura adulta promedio de esta población de hijos de emigrantes campo-ciudad. Se muestran también las curvas de incrementos medios (b y d) para obtener gráficamente tres momentos: (1) el descenso de velocidad del final de la niñez, (2) la edad del inicio del BVE y (3) la edad del pico del BVE, en ambos sexos (Fuente: modificado a partir del estudio de Rosique y Aréchiga (2010)).

### c. NUTRICIÓN Y CRECIMIENTO

Muchos estudios evidencian la importancia de la alimentación y nutrición en el crecimiento humano, y atribuyen a la calidad nutricional y a las enfermedades infecciosas las diferencias en crecimiento físico entre poblaciones. La causa más común del retraso en el crecimiento de los niños en situaciones de pobreza es la desnutrición temprana. Dicha situación favorece la instalación de infecciones por la función inmunitaria disminuida, y aunque muchos niños sobreviven a este problema es posible que en ocasiones experimenten dificultades en el aprendizaje y de adultos tengan menor desempeño físico. La revisión de historias clínicas de los menores de 5 años del estudio de Cardona et al. (2011) muestra que los bebés que no recibieron lactancia materna presentaron una frecuencia superior de patologías respiratorias (61,5%) en relación a los niños que tuvieron lactancia materna (41,3%). Este tipo de hallazgos da importancia a la calidad de los alimentos durante las primeras etapas del crecimiento humano. A los 5 años los niños desnutridos de Manizales (ciudad de la región andina de Colombia) muestran medidas inferiores a las de los niños eutróficos con diferencias de 2047g en peso, 2,4cm en talla y 0,8cm en perímetro cefálico (Cardona et al., 2011). También, es frecuente que cuando existen limitantes en la disponibilidad de los alimentos los niños estén más afectados por la desnutrición que los jóvenes y adultos (Boonstra et al., 2001) debido a que sus demandas nutritivas son mayores por atravesar **períodos críticos** (BOX 1) de su desarrollo en los que necesitan no solo el aporte en cantidad sino proteínas y micronutrientes de calidad.

La baja talla para la edad es una condición nutricional de retraso en el crecimiento esquelético. La causa ambiental más frecuente es la restricción de alimentos cuando ésta es prolongada (desnutrición crónica) o la situación de desnutrición e infección, aunque puede haber muchas otras causas relacionadas con el afecto en el hogar (deprivación psicosocial) y con problemas hormonales. Para diagnosticar a un niño con baja talla para la edad, se suele obtener su estatura en centímetros y se calcula el puntaje z de su talla del siguiente modo:

$$\text{Puntaje } z = \frac{\text{Estatura del niño} - [\text{Mediana (P50) de la estatura de la referencia}]}{\text{Desviación típica de la estatura de referencia}}$$

El cociente es fácil de obtener, buscando la mediana y la desviación típica de la referencia (para la misma edad y sexo del niño en estudio) entre los valores tabulados por la OMS (2006, 2007) o con el uso de software sencillo como los programas de descarga gratuita WHOAnthro v. 3.2.2.

(2011) disponibles en <http://www.who.int/childgrowth/software/es/> y WHOAnthroplus disponible en y <http://www.who.int/growthref/tools/en/>.

El puntaje z compara cuantitativamente la talla del sujeto con respecto a las tallas de referencia para población sana OMS (2006, 2007) pero en unidades de desviación estándar y expresa la cantidad que se desvía cada sujeto respecto de la referencia. En los menores de 6 años, los valores extremos como  $z < -3,0$  pueden esconder problemas hormonales o síndromes genéticos que requieren atención en pediatría, los valores de  $z < -1,0$  y hasta  $-2,0$  representan riesgos leves de desnutrición y los valores de  $z < -2,0$  se evalúan como baja talla para la edad.

La prevalencia de desnutrición crónica en menores de 6 años, en Colombia se ha ido reduciendo progresivamente década tras década hasta situarse en el 13,2% (ENSIN, 2010) valor que se puede considerar bajo o moderado. Sin embargo, las prevalencias de desnutrición crónica son mayores en grupos indígenas de vida tradicional como los indígenas Embera (prevalencia de 31,06%) del suroccidente de la región andina central (Rosique et al., 2010). La desnutrición crónica suele aumentar también entre la población de estrato socioeconómico bajo, en zonas rurales, y en grupos de economías pescadoras fluviales o costeras y amplias regiones de menor densidad de población como la Amazonía y la Orinoquía colombianas. El tamaño familiar también influye ya que se ha visto que en familias colombianas de 6 hijos o más, los últimos son los que pueden estar más afectados por problemas de desnutrición crónica y de crecimiento (ENSIN, 2010). El contexto urbano no logra proporcionar buenas condiciones de crecimiento para los niños de las familias grandes. Además, los primeros hijos viven un ambiente de cuidados más favorable cuando la familia se incorpora a su primer empleo y recibe la ayuda de la familia extensa, pero los últimos hijos ya viven las crisis económicas de las familias de recursos limitados.

#### d. ENVEJECIMIENTO

El envejecimiento es el proceso de disminución progresiva de la funcionalidad de los tejidos y órganos del cuerpo, con la consiguiente pérdida de capacidad de ajustarse a los estímulos ambientales (Bernis, 2005). Usando indicadores de cambio con la edad para la fisiología, morfología, funcionalidad y conducta podemos describir el envejecimiento a pesar de la gran variabilidad interindividual en su inicio y en su curso. No obstante, siempre será difícil distinguir entre el envejecimiento normal o satisfactorio y el deterioro por enfermedades de la última etapa del ciclo vital. Se ha propuesto que el envejecimiento exitoso o satisfactorio es aquel en que se retrasan los procesos involutivos y muestra una alteración lenta de estructuras y de pérdida funcional.

En la vejez se altera la respuesta celular al daño ambiental, aumentando los fallos en los mecanismos de reparación, replicación y duplicación del ADN, y aumenta la represión génica por falta

de funcionalidad de segmentos de ADN. Además, con la edad la presencia de proteínas no funcionales en los órganos del cuerpo aumenta. Así las proteínas no funcionales se acumulan en el hígado, riñones, cerebro y corazón. Hoy día se sabe que estas proteínas no surgen solo por acumulación de errores en el ADN y en la síntesis de proteínas, sino que pueden originarse por errores de la glicosilación y por los radicales libres. El envejecimiento produce que la unión de algunos azúcares (glúcidos) a las proteínas celulares y al ADN ocurra en lugares insólitos y de formas extrañas originando lo que se denomina productos de glicosilación, estos se acumulan y son de difícil eliminación. Estos productos son abundantes en las complicaciones vasculares de la diabetes (Paneni et al., 2013). Los radicales libres actúan de otro modo. Éstos se forman en las mitocondrias de las células, durante la producción de ATP y agua. La obtención de energía en forma de ATP requiere que los electrones procedentes de la oxidación de los nutrientes por el oxígeno de la respiración, circulen por una cadena de enzimas denominada cadena transportadora de electrones. Si los electrones no circulan de forma adecuada por la cadena se unen de forma inesperada a otras sustancias, convirtiéndolas en sustancias altamente reactivas: los radicales libres. Estos reaccionan con las estructuras biológicas deteriorándolas (Finkel y Holbrook, 2000). En las primeras etapas del ciclo vital las células logran limpiar los radicales libres, pero en la mediana edad éstos son más difíciles de limpiar. La disminución de la producción de proteínas en el envejecimiento está bien documentada en especial para la reducción drástica de hormona del crecimiento (HC) hacia los 60 años de edad y la reducción del tejido muscular de las piernas desde los 30 años. La función de la HC es crucial en los tejidos del adulto sano y su reducción conlleva la reducción de la masa muscular y ósea, el envejecimiento de la piel y la reducción de la función inmunitaria.

La edad al inicio del envejecimiento, la duración absoluta de la vejez y su asociación con patologías del adulto se encuentran afectadas por factores ambientales. Por ello, la investigación sobre el envejecimiento intenta encontrar qué procesos y **períodos críticos** (BOX 1) del ciclo vital pueden tener mayores consecuencias biológicas a largo plazo. Esta es la base para promover una vida saludable desde edades tempranas. La influencia temprana de la alimentación sobre la expresión de los genes tiene efecto en la salud del adulto (Ben-Shlomo y Kuh, 2002). Por ejemplo, en un estudio en Inglaterra de sujetos adultos se disponía de información sobre la edad a la que habían sido destetados. Los que habían tenido un destete con menos de un año de edad, tuvieron de adultos mayor cantidad de colesterol total en sangre, de colesterol-LDL y de apolipoproteína B, respecto a los que tuvieron lactancia natural durante más de un año. Las muertes por enfermedad isquémica del corazón también fueron mayores entre los que habían sido amamantados por menos tiempo.

Hay estudios que relacionan alimentación y envejecimiento. La restricción calórica, si comienza con posterioridad al período en el que ha finalizado el crecimiento lineal humano, ha sido relacionada

con el retraso de los problemas involutivos asociados al envejecimiento. En animales de experimentación la restricción de alimentos calóricos tiene efectos sobre su longevidad. Aunque es difícil proponer un mecanismo para explicar este efecto, se ha mencionado la hipótesis de la atenuación del daño oxidativo en la mitocondrias (Masoro, 2005) por menor uso de oxígeno y menor producción accidental de radicales libres. Tanto los niveles bajos de insulina, como de IGF-1 (*Insulin-like Growth Factor 1* = Factor 1 de Crecimiento Similar a la Insulina) y el ayuno de glucosa tienen un efecto similar (aumento de longevidad) al de la restricción calórica en ratones que previamente estaban consumiendo una dieta hipercalórica. Otras señales bioquímicas como el resveratrol, procedente de los pellejos de la uva, actúan según Baur et al. (2006) en la activación de genes (Sir2/SIRT1) causando un efecto similar al de la restricción calórica en *Drosophila* (mosca de la fruta) y en la levadura de cerveza (aumento la longitud del ciclo vital un 30%). Aunque los mamíferos y los humanos poseemos también dicho gen (Sir2/SIRT1), llamado el gen de la longevidad, las dietas con restricción calórica o las señales bioquímicas como el resveratrol no actúan en todos los sujetos.

### 3. ANTROPOLOGÍA DE LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

Mientras que la alimentación es un comportamiento consciente para obtener, seleccionar y preparar los alimentos según hábitos culturales y gustos personales, la nutrición es un hecho inconsciente que implica la utilización y transformación por parte del organismo de los componentes de los alimentos. Los alimentos proporcionan al cuerpo nutrientes orgánicos e inorgánicos que por su abundancia en los tejidos y su necesidad de ingesta diaria (requerimientos) pueden ser macronutrientes y micronutrientes. El organismo necesita los primeros (carbohidratos o glúcidos, grasas o lípidos y proteínas o prótidos) en proporción mayor que los segundos (vitaminas y sales minerales). Se recomienda que los macronutrientes se consuman de forma general en las siguientes proporciones energéticas: 50-60% de carbohidratos o glúcidos, 30-35% de grasas o lípidos y el 10-15% restante de proteínas. La alimentación rica en proteínas tiene un papel decisivo en el aumento de la longitud, el peso y cantidad de grasa subcutánea de los neonatos (Costa-Orvay, 2011). En los problemas de malnutrición por defecto (desnutrición) y por exceso (sobrepeso y obesidad) no sólo hay desbalance energético por macronutrientes y energía total, pues el déficit de micronutrientes puede presentarse en ambos tipos de malnutrición. Los estudios de salud prestan cada vez más atención a los micronutrientes ya que los déficits de minerales y vitaminas pueden ser silenciosos (carencias parciales) y pasar desapercibidos durante los primeros años, pero influyen en la salud del adolescente y del adulto. El adelanto en la edad promedio de la menarquia (primera menstruación) en las niñas indígenas (Arias, 2001) de algunos grupos colombianos (11,3 años en tula/cuna de la zona andina central de Antioquia, frente a 12 años en población campesina) se atribuye a su asociación con el aumento de peso característico de estas poblaciones y también con el déficit de

micronutrientes. De hecho, el déficit de vitamina D en Colombia se asocia a menarquias tempranas con promedio de 11,8 años en una muestra de Bogotá (Villamor et al., 2011).

Los estudios sobre alimentación y nutrición poseen interés ecológico. El ambiente y la zona geográfica influyen en el tipo de alimentación y en la salud nutricional. Sin embargo la plasticidad metabólica humana para vivir saludablemente en ambientes diferentes y con hábitos alimentarios muy diferentes es enorme. Estudiar los hábitos alimentarios, equivale a estudiar la dieta diaria (la serie de alimentos que el sujeto consume durante el día). Si hay poca variación diaria en los tipos de alimentos consumidos decimos que la dieta es monótona. Las dietas variadas están más cerca de ser saludables por el carácter omnívoro de nuestra especie ya que no tenemos un alimento exclusivo o "ideal", salvo en el período de lactancia, en el que el bebé recibe los distintos nutrientes necesarios con la leche materna. El omnivorismo es una adquisición evolutiva de nuestra especie y se expresa por la capacidad de combinar alimentos de origen animal y vegetal, con una proporción variable en cada cultura. A pesar de esto, algunos defienden sus hábitos vegetarianos por motivos muy dispares. El vegetarianismo se practica en algunas culturas y grupos humanos por motivos religiosos, pero actualmente también lo practican quienes están en contra del sacrificio de los animales y de la ganadería industrial por razones de salud individual (reducción de la ingestión de restos de hormonas, antibióticos y conservantes en la carne) o del planeta (salud ecológica) para preservar el uso de la tierra y la deforestación. Los conocimientos sobre nutrición para vegetarianos estrictos y para ovo-lacto-vegetarianos han avanzado mucho y han logrado proponer dietas bastante completas para evitar la carencia de nutrientes esenciales. Pero hay algunos riesgos nutricionales para el desarrollo prenatal y de los lactantes que se pueden reducir con suplementos en la alimentación materna. Los hábitos vegetarianos en el adulto, en cambio, pueden ser correctivos cuando hay sobrepeso, obesidad, diabetes tipo 2 o hipercolesterolemia (Sabaté, 2005).

El incremento de las enfermedades crónicas en la sociedad moderna (cardiovasculares, cánceres, la diabetes tipo 2) y la extensión de lo que se ha llamado epidemia del sobrepeso y la obesidad, es evidencia para algunos autores de la falta de adaptación de la biología humana a los cambios de vida que se iniciaron con la agricultura y ganadería hace aproximadamente 10.000 años. Es notable el papel del consumo de la carne en la evolución humana, para la adquisición de cerebros grandes, un cuerpo eficiente para la actividad física y un sistema inmunitario competente. La fisiología del cazador-recolector ancestralmente determinada por selección durante millones de años por su estilo de vida no ha tenido tiempo de adaptarse biológicamente a los cambios de la vida postneolítica. Cordain et al (2005) advierten que desde el neolítico y en los períodos industriales, se han alterado 7 características de la dieta de los cazadores-recolectores: 1) la carga glicémica de los alimentos (actualmente mayor por los azúcares refinados), 2) la composición en ácidos grasos (actualmente

consumimos carnes de animales sedentarios con más grasa saturada), 3) la proporción de macronutrientes (consumimos más energía en forma de carbohidratos y grasas), 4) la densidad de los micronutrientes en los alimentos (actualmente es más reducida debido al consumo de alimentos refinados pobres en nutrientes y el reducido consumo de frutas, vegetales, carne magra y alimentos marinos), 5) el balance ácido-base en sangre (la dieta occidental libera más productos ácidos por tener más cereales, azúcares y carnes grasas), 6) el cociente sodio/potasio (actualmente es más alto por desplazar de la dieta las frutas y vegetales y añadir más sal, leche y derivados lácteos) y 7) el contenido de fibra (actualmente menor). Se ha creado la hipótesis de que puede haber un desajuste entre las cualidades nutricionales de las dietas occidentales y un genoma adaptado a dietas preagrícolas, influyendo así en las enfermedades del adulto relacionadas con la nutrición. Aunque las dietas preagrícolas pudieron ser muy heterogéneas según la latitud, se está debatiendo actualmente sobre cómo promover elementos de una dieta más cercana a la preagrícola, es decir, más basada en carne de animales menos sedentarios, tubérculos y vegetales de raíz, frutas y nueces y reduciendo el uso de los alimentos poco disponibles en el mundo preagrícola (leche y derivados, cereales y harinas refinadas, azúcares refinados, aceites vegetales de adición, bebidas alcohólicas y sal de adición), junto con una actividad física mucho más intensa.

La antropología de la nutrición ha desarrollado modelos para intentar entender la relación entre la malnutrición y algunos factores ambientales como el nivel socioeconómico, la disponibilidad y acceso a los alimentos (seguridad alimentaria) o la calidad microbiológica de los mismos. Los estudios muestran diferencias por estrato socioeconómico en estatura, peso y grasa corporal y prevalencia de sobrepeso y obesidad. Además, se evidencia que en muchas comunidades tradicionales de América (indígenas nativos) las épocas de escasez y la desnutrición infantil se mantienen pero la prevalencia de obesidad también aumenta al ir incorporándose a la economía monetaria y las costumbres occidentales.

#### a. LA MALNUTRICIÓN EN LA POBLACIÓN INDÍGENA NATIVA

Los pueblos indígenas nativos de Colombia tienen actualmente problemas importantes de malnutrición tanto por defecto como por exceso. El pueblo Embera es un grupo amerindio de la familia lingüística Chocó del occidente de Colombia, con problemas de seguridad alimentaria y producción de alimentos. Los problemas de seguridad alimentaria entre los Embera se producen en las comunidades que ponen sus expectativas en desarrollar un estilo de vida basado en la caza, pesca y recolección en un ambiente ecológicamente alterado donde los animales han reducido sus poblaciones naturales y además el cultivo y la producción animal no forman parte de sus tradiciones. La transición a una economía más productiva es difícil y los intentos de transferencia tecnológica no han sido eficientes, por falta de oportunidades educativas entre los indígenas y la falta de comprensión

del idioma y la cultura Embera por parte de los planeadores. La alta prevalencia de desnutrición entre los Embera ha sido problema de preocupación desde la década de los 90 pero todavía muchas de sus comunidades muestran desnutrición crónica (talla baja para la edad) en menores de 5 años, con promedios altos de este problema que superan los encontrados a nivel nacional para niños de las mismas edades. Esto no ocurre en muchos grupos étnicos latinoamericanos, en Chile por ejemplo, los indígenas a los 6 años tienen estaturas similares a las de los niños no indígenas. El estudio de Rosique et al. (2010) de los Embera de Frontino, encontró que mantienen un ideal alimentario insostenible basado en la pesca y caza de animales salvajes. Habitualmente, consumen plátano verde cocido, plátano maduro asado (a veces en bebida), pescado, frijol y preparaciones de maíz. Las preparaciones con productos cárnicos no siempre están disponibles. El contacto intercultural ha introducido el arroz, sardinas enlatadas, refrescos y productos de panadería. El porcentaje de población de 1 a 70 años con deficiencia en ingesta usual de energía fue del 73,4% y se encontró que ésta aumentaba claramente con la edad hasta los 18 años. La prevalencia de desnutrición crónica fue del 68,9% en menores de 10 años, cifra que quintuplica el promedio para Colombia, mientras que para México en el mismo rango de edad la desnutrición en indígenas es solo 2 veces la encontrada a nivel nacional. La desnutrición en Embera menores de 10 años coexiste con un 19,7% de sobrepeso definido en función de la relación peso para la talla. La prevalencia de sobrepeso y la obesidad tienden a aumentar entre los adolescentes y adultos Embera por el limitante de las bajas tallas adquiridas en su crecimiento.

En las comunidades Embera de Frontino persiste el déficit en la ingesta de energía y nutrientes y deterioro del estado nutricional durante el período de crecimiento y desarrollo. Aunque otros grupos étnicos americanos conviven de forma notoria con la obesidad y la diabetes del adulto (Ramos Rodríguez y Sandoval Mendoza, 2007), ambos extremos son inconcebibles pues son producto de una situación de inequidad. Se requiere establecer programas que respondan a esta situación en coherencia con sus concepciones étnicas específicas sobre la alimentación y el bienestar.

#### 4. CONCLUSIONES

Desde la perspectiva ecológica la investigación sobre la interacción biología-ambiente ha abierto nuevas perspectivas para explicar los cambios intergeneracionales en las estaturas y otras tendencias al cambio corporal que no han finalizado como las relacionadas con el aumento del peso y la prevalencia de sujetos obesos. Aunque los factores limitantes del ambiente, como la hipoxia de elevadas altitudes, y otros factores de ambientes menos extremos desafían la adaptación, las soluciones de la biología humana se basan en la plasticidad por la interacción gen-ambiente. La investigación sobre el desarrollo ontogénico humano en los distintos momentos del ciclo vital permite

comprender que gran parte de la variabilidad biológica deriva de las respuestas individuales en los períodos críticos del desarrollo. Estos también son clave en la comprensión de las enfermedades del adulto y el envejecimiento. La variabilidad en el crecimiento posibilita que tanto los maduradores tempranos como tardíos lleguen a estaturas muy similares al promedio, aunque los maduradores tempranos pueden llegar más fácilmente al sobrepeso. La antropología de la alimentación y nutrición ha aportado en la última década una mirada ecológica y evolutiva sobre las dietas y esto permite criticar las dietas postneolíticas y las que se han desarrollado en la época moderna industrial, por su posible implicación en la aparición de las enfermedades crónicas y en la extensión de la epidemia del sobrepeso y la obesidad. Los problemas de malnutrición diferencian a las poblaciones en su respuesta biológica, siendo los indígenas nativos americanos poblaciones que requieren especial atención por sus altas prevalencias de problemas de malnutrición. Los bioantropólogos mediante los estudios ecológicos con enfoque interdisciplinar pueden contribuir en la comprensión de la salud/enfermedad como una respuesta a las características del ambiente.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Arias MM. 2001. Comportamiento reproductivo en las etnias de Antioquia-Colombia. *Salud Publica de México*, 43:268-278.
- Aßmann C, Hermanussen M. 2013. The community effect on growth. En: Hermanussen M. (ed.). *Auxology. Studying Human Growth and Development*. Stuttgart (Germany): Schweiserbart Science Publishers, pp 68-71.
- Baur JA, Pearson KJ, Price NL, Jamieson HA, Lerin C, Kalra A, Prabhu VV, Allard JS, Lopez-Lluch G, Lewis K, Pistell PJ, Poosala S, Becker KG, Boss O, Gwinn D, Wang M, Ramaswamy S, Fishbein KW, Spencer RG, Lakatta EG, Le Couteur D, Shaw RJ, Navas P, Puigserver P, Ingram DK, de Cabo R, Sinclair DA. 2006. Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature (Epub)*, 444(7117):337-342.
- Bennett D, McGinnis D. 2008. Coupled and Complex: Human-Environment Interaction in the Greater Yellowstone Ecosystem, USA. *Geoforum* 39(2):833-845.
- Ben-Shlomo Y, Kuh D. 2002. A life course approach to chronic disease epidemiology: conceptual models, empirical challenges and interdisciplinary perspectives. *Int J Epidemiol*, 31: 285-293.
- Bernis C. 2005. Envejecimiento. En: Rebato, Susanne, Chiarelli (eds.). *Para Comprender la Antropología Biológica*. Navarra (España): Editorial Verbo Divino, pp.: 537-546.
- Bjørke-Monsen AL, Ueland PM, Vollset SE, Guttormsen AB, Markestad T, Solheim E, Refsum H. 2001. Determinants of cobalamin status in newborns. *Pediatrics*, 108: 624-630.
- Boesch C, Boesch-Ackerman, H. 2000. *The Chimpanzees of the Taï Forest: Behavioural Ecology and Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Boonstra E, Lindbaeck M, Fidzani B, Bruusgaard D. 2001. Cattle eradication and malnutrition in underfive's: a natural experiment in Botswana. *Public health nutrition*, 4: 877-882.
- Buckler JMH. 2007. Growth at adolescence. En: Kelnar CJH, Savage MO, P Saenger, CT Cowell (eds.). *Growth disorders*. USA: Taylor and Francis Group. p. 150-163.
- Campbell B. 1985. *Ecología Humana: la posición del hombre en la naturaleza*. Barcelona: Salvat Editores.
- Cardona González S, Castaño Castrillón JJ, Galeano Ramírez J, Gómez Ospina DC, González Henao NA, Guzmán Rodríguez MA, Herrera Reyes, JP, Lozano Trujillo AR, Villegas Arenas OA. 2011. Principales hallazgos en el programa de crecimiento y desarrollo de los niños hasta los 60 meses de edad en ASSBASALUD ESE (Manizales, Colombia) entre los años 2002 y 2007. *Arch Med (Manizales)*, 11(2): 127-139.
- Carel JC, Léger J. 2008. Precocious puberty. *N Engl J Med*, 358:2366-2377.
- Cole TJ. 1990. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr* 44: 45-60.
- Cordain L, Boyd S, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, O'Keefe JH, Brand-Miller J. 2005. Origins and evolution of the Western diet: health implication for the 21st century. *Am J Clin Nutr* 81: 341-354.

- Costa-Orvay JA, Figueras-Aloy J, Romera G, Carbonell-Estrany X. 2011. The effects of varying protein and energy intakes on the growth and body composition of very low birth weight infants. *Nutr Journal*, 10: 140-148.
- Díaz FG. 2012. Hipertensión pulmonar a mediana altura en niños. *Rev Colomb Cardiol*, 19(4): 199-207.
- Dittmar M. 2014. Human biological research since 2006 at the Christian-Albrechts-University in Kiel—aging, chronobiology, and high altitude adaptation. *Anthropol Anz*. 71(1-2):143-53.
- ENSIN. 2010. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional. Resumen Ejecutivo. Bogotá: ICBF—Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.
- Finkl T, Holbrook NJ. 2000. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408, 239-247.
- Gluckman PD, Hanson M. 2005. *The fetal matrix: Evolution, Development, and Disease*. Gluckman PD, Hanson M (Eds). Cambridge University Press, NY, USA.
- Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. 2008. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. *N Engl J Med* 359(1): 61–73.
- Godina E. 2013. Secular trends. En: Hermanussen M. (ed.). *Auxology. Studying Human Growth and Development*. Stuttgart (Germany): Schweiserbart Science Publishers, pp. 138-139.
- Gonzales GF. 2013. Crecimiento fetal y peso al nacer en la altura - Réplica [carta]. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 30 (1):154-155.
- Hallam D. 2004. El descenso de los precios de los productos básicos y la respuesta de la industria: algunas enseñanzas derivadas de la crisis internacional del café. En: Dirección de Productos Básicos y Comercio, FAO. *Situación de los Mercados de Productos Básicos 2003-2004*. Roma: FAO.
- Hauspie R. 2005. Crecimiento y desarrollo. En: Rebato, Susanne, Chiarelli (eds.). *Para Comprender la Antropología Biológica*. Navarra (España): Editorial Verbo Divino, pp.: 485-495.
- Johnson JS, Nobmann ED, Asay E, Lanier AP. 2009. Dietary intake of Alaska Native people in two regions and implications for health: the Alaska Native Dietary and Subsistence Food Assessment Project. *Int J Circumpolar Health* 68(2):109-122.
- Kuzawa CW y Thayer 2011. Timescales of human adaptation: the role of epigenetic processes. *Epigenomics* 3(2): 221-234.
- Lomaglio DB, Verón JA, Díaz MC, Gallardo F, Alba JA, Marrodán MD. 2007. El peso de los recién nacidos en el noroeste argentino: variación regional en la provincia de Catamarca. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales - Universidad Nacional de Jujuy*, 32: 229-239.
- Martínez E, Saldarriaga JF, Sepúlveda FE. 2008. Actividad física en Medellín: desafío para la promoción de la salud. *Rev Fac Nac Salud Pública* 26(2): 117-123.
- Masoro ED. 2005. Overview of caloric restriction and ageing. *Mechanisms of Ageing and Development*, 126 (9): 913–922
- Meisel A, Vega M. 2004. ¿Cuánto crecieron los colombianos en el siglo XX? Un estudio de antropometría histórica 1910-2002. *Reportes del Emisor*, 58: 1-6.

- Muthayya S. 2009. Maternal nutrition and low birth weight – what is really important? *Indian J Med Res*, 130: 600-608.
- OMS. 2006. Child growth standards. WHO. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/en/>
- OMS. 2007. Growth reference data 5-19 years. WHO. Disponible en: <http://www.who.int/growthref/en/>
- Paneni F, Beckman JÁ, Creager MA, Cosentino F. 2013. Diabetes and vascular disease: pathophysiology, clinical consequences, and medical therapy: part I. *Eur Hearh J*, 34 (31): 2436-2443.
- Ramos Rodríguez RM, Sandoval Mendoza K. 2007. Estado nutricional en la marginación y la pobreza de adultos triquis del estado de Oaxaca, México. *Rev Panam Salud Pública*, 22(4):260-267.
- Richard L, Gauvin L, Raine K. 2011. Ecological Models Revisited: Their Uses and Evolution in Health Promotion Over Two Decades. *Annu Rev Public Health* 32:307–326.
- Rosique J, Aréchiga J. 2010. Height growth of children from popular neighbourhoods of Mexico City. En: *Research in Physical Anthropology: Essays in Honor of Professor LS Penrose*. Datta Banik S. (ed.). Mérida (Yucatán): unas letras industria editorial. pp.: 261-284.
- Rosique J, Gordón P, Rebato E, Gonzalez Montero de Espinosa M, Callejo L, Moreno-Heras E, Marrodán MD. 2000. Aplicación del Modelo I de Preece-Baines al estudio auxológico de muestras contemporáneas e históricas de la población madrileña. En: *Varela TA (ed.) Investigaciones en Biodiversidad humana*. Santiago de Compostela España: Universidad de Santiago de Compostela. pp: 562-572.
- Rosique J, Restrepo MT, Manjarrés LM, Gálvez A. y Santa J. 2010. Estado nutricional y hábitos alimentarios en indígenas embera de Colombia. *Rev Chil Nutr*, 37(3): 270-280.
- Ruiz-Linares A, Adhikari K, Acuña-Alonzo V, Quinto-Sanchez M, Jaramillo C, Arias W, Fuentes M, Pizarro M, Everardo P, de Avila F, Gómez-Valdés J, León-Mimila P, Hunemeier T, Ramallo V, Silva de Cerqueira CC, Burley M-W, Konca E, Zagonel de Oliveira M, Roberto Veronez M, Rubio-Codina M, Attanasio O, Gibbon S, Ray N, Gallo C, Poletti G, Rosique J, Schuler-Faccini L, Salzano FM, Bortolini M-C, Canizales-Quinteros S, Rothhammer F, Bedoya G, Balding D, Gonzalez-José R. 2014. Admixture in Latin America: Geographic Structure, Phenotypic Diversity and Self-Perception of Ancestry Based on 7,342 Individuals. *Plos Genet* 10(9): e1004572. Doi:10.1371/journal.pgen.1004572.
- Sabaté J. 2005. *Nutrición Vegetariana*. Madrid: editorial safeliz.
- Titus-Ernstoff L, Troisi R, Hatch EE, Wise LA, Palmer J, Hyer M, Kaufman R, Adam E, Strohsnitter W, Noller K, Herbst AL, Gibson-Chambers J, Hartge P, Hoover RN. 2006. Menstrual and reproductive characteristics of women whose mothers were exposed *in utero* to diethylstilbestrol (DES). *Int J Epidemiol* 35(4): 862–868.
- Vélez-Gómez MP, Barros FC, Echavarría-Restrepo LG, Hormaza-Angel MP. 2006. Prevalencia de bajo peso al nacer y factores maternos asociados: unidad de atención y protección materno infantil de la Clínica Universitaria Bolivariana, Medellín, Colombia. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 57(4): 264-270.
- Villamonte W, Jerí M, Lajo L, Monteagudo Y, Díez G. 2011. Peso al nacer en recién nacidos a término en diferentes niveles de altura en el Perú. *Rev Per Ginecol Obstet*. 2011; 57: 144-150.

Villamor E, Marín C, Mora-Plazas M, Baylin A. 2011. Vitamin D deficiency and age at menarche: a prospective study. *Am J Clin Nutr*, 94:1020-1025.

Weaver LT. 2011. How did babies grow 100 years ago? *Eur J Clin Nutr*, 65: 3-9.