

Construcción de patrones de crecimiento mediante el modelo LMS para niños y adolescentes ecuatorianos de 5 a 18 años

Edison Gustavo Moyano Brito¹; Oswaldo Eduardo Cabezas Gottschalk²

(Recibido: febrero 09, 2026; Aceptado: abril 15, 2026)

<https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol10iss18.2026pp118-129p>

Resumen

Las curvas de crecimiento son una herramienta gráfica de gran utilidad para evaluar el patrón de crecimiento de grupos de niños e individuos. El objetivo de este estudio fue desarrollar curvas de referencia de crecimiento apropiadas para niños y adolescentes ecuatorianos. Los datos de este estudio transversal fueron recolectados a partir de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), incluyendo 20.532 sujetos sanos (10.209 niñas y 10.323 niños) de múltiples ciudades y zonas (urbanas y rurales) del país. Las curvas de percentiles suavizadas fueron estimadas utilizando el método LMS para la talla (cm) y el peso (kg). Las curvas de percentiles suavizadas para talla y peso aumentan con la edad en ambos sexos. Las niñas presentan un pico de velocidad puberal más temprano (10–12 años), mientras que los niños lo muestran entre los 12 y 14 años. A los 14 años, los valores de talla de los niños superan significativamente a los de las niñas. Este estudio mostró discrepancias para ciertos grupos de edad al comparar los valores medianos de talla y peso con los de la OMS, el NCHS y referencias de Colombia, siendo los niños y adolescentes ecuatorianos consistentemente más bajos que dichas referencias, especialmente a partir de los 10 años. La diferencia máxima con la referencia de la OMS alcanza –10,2 cm en niños y –9,7 cm en niñas a los 18 años. Las curvas de percentiles suavizadas para talla y peso serán útiles para evaluar el crecimiento general de los niños y adolescentes ecuatorianos, y deberían adoptarse en la práctica clínica pediátrica nacional en sustitución de las referencias internacionales que sobreestiman sistemáticamente la prevalencia de alteraciones del crecimiento en esta población.

Palabras clave: niños; adolescentes; talla; peso; curvas de crecimiento; método LMS; Ecuador; referencias de crecimiento.

Construction of growth patterns using the LMS model for Ecuadorian children and adolescents aged 5 to 18 years

Abstract

Growth curves are a useful graphical tool for evaluating the growth patterns of groups of children and individuals. The objective of this study was to develop appropriate growth reference curves for Ecuadorian children and adolescents. The data for this cross-sectional study were collected from the database of the National Institute of Statistics and Census of Ecuador (INEC), including 20,532 healthy subjects (10,209 girls and 10,323 boys) from multiple cities and areas (urban and rural) of the country. Smoothed percentile curves were estimated using the LMS method for height (cm) and weight (kg). Smoothed percentile curves for height and weight increase with age in both sexes. Girls have an earlier peak pubertal velocity (10–12 years), while boys show it between 12 and 14 years. At age 14, boys' height values significantly exceed those of girls. This study showed discrepancies for certain age groups when comparing median height and weight values with those of the WHO, NCHS, and Colombian references, with Ecuadorian children and adolescents consistently lower than these references, especially from age 10 onwards. The maximum difference with the WHO reference reaches –10.2 cm in boys and –9.7 cm in girls at age 18. The smoothed percentile curves for height and weight will be useful for assessing the overall growth of Ecuadorian children and adolescents, and should be adopted in national pediatric clinical practice to replace international references that systematically overestimate the prevalence of growth disorders in this population.

Keywords: children; adolescents; height; weight; growth curves; LMS method; Ecuador; growth references.

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador. Email: edison.moyano@upec.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3375-8219>

² Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador. Email: ocabezas@bce.ec. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2207-1489>

INTRODUCCIÓN

El crecimiento físico y la maduración ósea son procesos esenciales para el bienestar infantil y constituyen indicadores sensibles de variaciones genéticas, factores ambientales y procesos patológicos (1). La monitorización del crecimiento es una práctica fundamental en pediatría, ya que permite detectar de forma precoz desviaciones que pueden requerir intervención clínica (2). Una curva de crecimiento es una herramienta gráfica poderosa que muestra el patrón de crecimiento de grupos de niños e individuos, y se ha convertido en instrumento esencial para el cribado de la salud infantil (3). La evaluación de la talla y el peso en función de la edad y el sexo, expresada como percentiles o puntuaciones Z, permite clasificar el estado nutricional y detectar trastornos del crecimiento de manera sistemática y reproducible (4). El retraso del crecimiento, definido por la OMS como una talla para la edad inferior a -2 desviaciones estándar de la mediana de referencia, es la forma más prevalente de malnutrición crónica a nivel mundial y se asocia a consecuencias negativas permanentes sobre el desarrollo cognitivo, la densidad ósea y la productividad en la edad adulta (5).

A lo largo del siglo XX, la monitorización del crecimiento infantil estuvo dominada por referencias elaboradas en países de altos ingresos. Las curvas de Harvard y las de Tanner para el Reino Unido (6) fueron ampliamente utilizadas durante las décadas de 1960 y 1970. En 1977, el Centro Nacional de Estadísticas de Salud (NCHS) de los Estados Unidos publicó referencias de crecimiento basadas en datos de una población única con limitaciones metodológicas reconocidas (7). En respuesta a estas limitaciones, la Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolló los Estándares de Crecimiento Infantil del Estudio Multicéntrico (MGRS), publicados en 2006, que se basan en datos de seis países (Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y Estados Unidos) para niños de 0 a 5 años (8). Posteriormente, en 2007, la OMS publicó la Referencia de Crecimiento para niños en edad escolar y adolescentes (5–19 años), construida a partir de una reconstrucción

de los datos del NCHS de 1977 complementada con los datos del MGRS (9). En 2000, los CDC publicaron sus propias curvas de crecimiento para los Estados Unidos, también ampliamente utilizadas como referente internacional (10).

Sin embargo, existe evidencia científica creciente que cuestiona la aplicabilidad universal de estas referencias. Un análisis sistemático de estudios procedentes de 55 países concluyó que la amplia variación en las mediciones antropométricas observadas mundialmente hace que una referencia única resulte inapropiada y pueda conducir a diagnósticos erróneos (11). Este principio ha sido corroborado empíricamente en numerosas poblaciones. En Túnez, Ghouili et al. (12) construyeron las primeras curvas de referencia nacionales para niños y adolescentes tunecinos de 0 a 18 años mediante el método LMS, demostrando discrepancias significativas respecto a las referencias de la OMS, el NCHS y Argelia: la talla mediana tunecina superó a la de la OMS en edades tempranas (hasta +3,5 cm), pero fue inferior en la adolescencia tardía (hasta $-3,7$ cm en varones a los 18 años). En Pakistán, Asif et al. (13) desarrollaron curvas HAZ para 10.668 niños de 2 a 18 años y observaron una sobreestimación significativa de la prevalencia de retraso del crecimiento al aplicar referencias internacionales (10,8% y 17,9% según la OMS y el CDC, respectivamente) frente al 3,0% con la referencia local, concluyendo que cada país debe utilizar sus propias curvas para planificar estrategias de salud locales. Estudios análogos realizados en India (14), Argelia (15) y Colombia (16), entre otros, han llegado a conclusiones similares.

En Ecuador, el crecimiento infantil se ha monitorizado históricamente con referencias de la OMS y el NCHS. Sin embargo, Ecuador es un país de marcada diversidad geográfica y étnica que dificulta la aplicación directa de estándares internacionales. Su territorio abarca regiones costeras, andinas con poblaciones asentadas a altitudes superiores a 2.500 m sobre el nivel del mar y amazónicas. Evidencias procedentes de meta-análisis internacionales indican que la altitud elevada tiene un efecto biológico directo sobre el crecimiento lineal: por cada 1.000 m de

aumento en la altitud, el Z-score de talla para la edad disminuye en promedio 0,195 puntos (17), y una revisión sistemática concluyó que la altitud elevada reduce significativamente la talla media de los niños (diferencia media $-2,895$ cm, IC 95%: $-5,27$ a $-0,52$ cm) (18). Desde el punto de vista nutricional, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) registró una prevalencia de desnutrición crónica en menores de cinco años del 25,3% en 2012 y del 23,0% en 2018 (19). Esta problemática es especialmente grave en la población indígena rural: un estudio realizado en Chimborazo encontró que el 51,6% de los niños kichwa menores de cinco años presentaban retraso del crecimiento (20). Adicionalmente, los datos de la ENSANUT evidencian que el retraso del crecimiento afecta desproporcionadamente a los grupos de menor nivel de riqueza, menor educación y a las minorías étnicas (21). La diversidad étnica ecuatoriana que incluye poblaciones mestizas, indígenas, afroecuatorianas y montubias sumada a los factores geográficos y socioeconómicos, condiciona patrones de crecimiento propios que no pueden ser capturados fielmente por ninguna referencia internacional disponible.

El objetivo principal de este estudio fue desarrollar curvas de referencia de crecimiento de talla y peso con percentiles suavizados (P3, P10, P25, P50, P75, P90 y P97) específicas para niños y adolescentes ecuatorianos de 5 a 18 años, utilizando el método LMS (22), a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC) (23). Como objetivos secundarios se compararon los valores medianos de talla con las referencias de la OMS (9), el NCHS (7) y Colombia (16), se analizaron las diferencias por sexo y zona de residencia (urbana/rural), y se calcularon las velocidades de crecimiento en talla y peso por tramos de edad.

METODOLOGÍA

El estudio utilizó un conjunto de datos secundarios del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC). En esta encuesta se incluyeron 20.533 niños y adolescentes de 5 a 18 años de múltiples ciudades ecuatorianas, tanto de zonas urbanas como rurales. El conjunto de

datos incluyó a participantes de las principales ciudades del país, entre ellas Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja, Ambato, Santo Domingo de los Colorados, Machala, Riobamba, entre otras, abarcando las tres regiones continentales del Ecuador (Costa, Sierra y Amazonía). Del total de sujetos medidos, 20.532 participaron en este estudio (10.209 niñas y 10.323 niños) tras excluir 1 registro con valores faltantes o fuera del rango fisiológicamente plausible.

Del total de la muestra, 11.515 (56,1%) participantes provenían de zonas urbanas y 9.017 (43,9%) de zonas rurales. Los datos se estratificaron según la zona de residencia (urbana/rural) y el sexo. No se incluyeron sujetos con enfermedades crónicas conocidas que pudieran afectar el crecimiento.

La información sociodemográfica utilizada incluyó variables como la edad (años y meses), el sexo (niño/niña) y la zona de residencia (urbana/rural), junto con las mediciones antropométricas principales: la talla (cm) y peso (kg). Todas las mediciones antropométricas se realizaron bajo un procedimiento estandarizado. Para la medición de la talla se utilizó un estadiómetro calibrado, con el participante de pie en posición estándar. Se excluyeron los registros con valores de talla fuera del rango fisiológicamente plausible (menor de 70 cm o mayor de 210 cm), así como los datos con valores faltantes, resultando en 20.532 observaciones válidas para el análisis.

Análisis Estadístico

Para el análisis descriptivo, se estimaron frecuencias (n), porcentajes (%) y media \pm desviación estándar (DE) para niños y niñas, variando en diferentes grupos de edad. Las diferencias entre niños y niñas en talla y peso fueron analizadas utilizando la prueba t de Student para muestras independientes, con un nivel de significación de $p < 0,05$. En el presente estudio, cada conjunto de datos fue analizado utilizando el método LMS, que proporciona curvas en percentiles suavizados (P3, P10, P25, P50, P75, P90 y P97) según tres parámetros: L (lambda), M (mu) y S (sigma). Las curvas M y S corresponden a la mediana y al coeficiente de

variación en cada edad, mientras que la curva L expresa la potencia necesaria para transformar los datos en una distribución normal. Los puntos de cada curva en percentiles se obtuvieron mediante la fórmula:

$$C_{100\alpha} = M(1 + LSZ_{\alpha})^{\frac{1}{L}}$$

donde Z_{α} es la desviación de la normal equivalente para la cola α . La velocidad de crecimiento se calculó como la variación de la talla mediana (cm) y del peso mediano (kg) entre dos años sucesivos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con Python (versión 3.12) y las librerías pandas, numpy y scipy.

RESULTADOS

Este estudio se realizó sobre 20.532 niños y adolescentes ecuatorianos. La Tabla 1 presenta la talla y el peso como media y desviación estándar (DE) por grupo de edad y sexo, así como las diferencias significativas entre niños y niñas en cada grupo de edad. La talla y el peso medios de los niños fueron significativamente mayores que los de las niñas a partir de los 14 años ($p < 0,0001$). Entre los 5 y 13 años, ambos sexos presentaron valores similares para talla y peso sin diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de grupos de edad.

Tabla 1. Media y desviación estándar (DE) de talla y peso por grupo de edad y sexo

Edad (años)	Niños			Niñas			Sig. Talla/Peso
	N	Talla (cm) Media ± DE	Peso (kg) Media ± DE	N	Talla (cm) Media ± DE	Peso (kg) Media ± DE	
5	873	107.75 ± 5.77	19.50 ± 4.29	813	106.90 ± 5.97	18.79 ± 4.38	*/**
6	816	113.68 ± 6.01	21.81 ± 4.51	826	113.04 ± 6.27	21.27 ± 4.74	ns/ns
7	851	118.91 ± 6.01	24.25 ± 5.14	783	118.19 ± 6.29	23.53 ± 4.49	ns/*
8	907	123.96 ± 6.36	27.11 ± 5.99	877	123.55 ± 6.42	26.42 ± 6.01	ns/ns
9	898	129.00 ± 7.15	30.30 ± 7.42	890	128.37 ± 6.59	29.54 ± 6.53	ns/ns
10	835	133.64 ± 6.77	33.16 ± 7.65	744	134.98 ± 7.73	34.09 ± 8.18	**/ns
11	754	138.61 ± 7.42	36.63 ± 9.00	788	140.75 ± 7.81	38.37 ± 9.34	***/**
12	801	144.88 ± 8.31	41.10 ± 9.93	722	146.32 ± 7.41	43.53 ± 9.88	**/**
13	674	150.88 ± 8.73	46.20 ± 10.51	729	150.01 ± 6.77	46.71 ± 9.21	ns/ns
14	637	157.46 ± 8.68	52.00 ± 11.51	618	151.54 ± 6.45	49.75 ± 8.98	***/**
15	622	161.72 ± 7.95	55.62 ± 10.91	596	153.18 ± 6.19	52.37 ± 9.04	***/**
16	606	163.70 ± 7.12	58.15 ± 10.66	632	153.66 ± 6.06	54.16 ± 9.81	***/**
17	530	165.30 ± 6.91	60.98 ± 10.83	599	153.58 ± 6.02	54.56 ± 9.88	***/**
18	519	166.05 ± 6.58	63.08 ± 10.97	592	153.54 ± 6.26	55.17 ± 9.82	***/**

Diferencias entre niños y niñas: * $p < 0,01$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$; ns: no significativo.

Las Tablas 2 y 3 presentan los valores de L, M, S y los diferentes percentiles de talla y peso según la edad y el sexo. La talla mediana varía de 107,6 cm/106,5 cm (niños/niñas) a los 5 años a 165,9

cm/153,4 cm a los 18 años. El peso mediano varía de 19,0 kg/18,0 kg a 61,0 kg/54,0 kg a los 18 años.

Tabla 2. Valores de L, M, S y percentiles de talla (cm)

Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
Niños										
5	1.7	107.6	0.054	96.2	100.0	103.6	107.6	111.5	114.9	118.2
6	1.24	113.7	0.053	102.2	105.9	109.6	113.7	117.7	121.4	124.9
7	0.44	118.9	0.051	107.8	111.3	114.8	118.9	123.0	126.8	130.6
8	0.67	123.8	0.051	112.1	115.8	119.6	123.8	128.1	132.0	135.9
9	1.87	129.1	0.055	115.1	119.7	124.2	129.1	133.8	137.9	141.9
10	-0.17	133.3	0.051	121.2	124.9	128.8	133.3	138.0	142.4	146.8
11	1.38	138.4	0.053	124.3	128.8	133.4	138.4	143.3	147.6	151.9
12	0.45	144.5	0.057	129.5	134.2	139.0	144.5	150.1	155.3	160.4
13	1.87	151.0	0.058	133.7	139.4	145.0	151.0	156.8	161.9	166.8
14	3.0	158.1	0.055	139.7	146.1	152.0	158.1	163.8	168.5	173.0
15	3.0	162.1	0.049	145.5	151.2	156.5	162.0	167.2	171.6	175.8
16	2.84	163.6	0.043	149.2	154.1	158.7	163.6	168.2	172.2	176.0
17	-0.6	165.2	0.042	152.9	156.7	160.6	165.2	170.0	174.5	179.1
18	1.58	165.9	0.04	153.1	157.3	161.4	165.9	170.3	174.3	178.1
Niñas										
5	-0.48	106.5	0.056	96.1	99.2	102.6	106.5	110.6	114.6	118.7
6	1.11	112.8	0.055	101.0	104.8	108.6	112.8	116.9	120.7	124.3
7	2.54	118.0	0.053	105.2	109.5	113.7	118.0	122.1	125.6	129.0
8	0.73	123.5	0.052	111.6	115.3	119.2	123.5	127.9	131.8	135.7
9	0.58	128.2	0.051	116.2	119.9	123.8	128.2	132.6	136.7	140.7
10	1.55	134.9	0.057	120.0	124.8	129.7	134.9	140.0	144.6	149.0
11	1.43	140.6	0.055	125.7	130.5	135.3	140.6	145.8	150.4	154.8
12	3.0	146.9	0.051	131.2	136.6	141.7	146.9	151.8	155.9	159.8
13	3.0	150.0	0.045	136.0	140.8	145.3	150.0	154.4	158.2	161.8
14	2.09	151.4	0.043	138.5	142.7	146.9	151.4	155.7	159.5	163.1
15	3.0	153.2	0.04	140.7	145.0	149.0	153.2	157.3	160.7	164.0
16	0.63	153.5	0.039	142.4	145.9	149.5	153.5	157.6	161.2	164.9
17	-1.53	153.4	0.039	143.1	146.2	149.5	153.4	157.6	161.6	165.8
18	-0.37	153.4	0.041	142.2	145.6	149.2	153.4	157.7	161.8	165.9

Tabla 3. Valores de L, M, S y percentiles de peso (kg)

Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
Niños										
5	-1.75	19.0	0.22	13.9	15.1	16.7	19.0	22.6	28.0	39.7
6	-1.4	21.0	0.207	15.4	16.8	18.5	21.0	24.5	29.3	36.9
7	-1.42	23.0	0.212	16.8	18.3	20.2	23.0	27.0	32.4	41.4
8	-0.96	26.0	0.221	18.3	20.2	22.6	26.0	30.5	36.2	44.2
9	-1.17	28.0	0.245	19.4	21.4	24.1	28.0	33.6	41.4	54.3
10	-1.3	31.0	0.231	22.0	24.1	26.9	31.0	36.9	45.0	58.8
11	-0.93	34.0	0.246	23.1	25.8	29.1	34.0	40.7	49.4	62.3
12	-1.08	39.0	0.242	26.9	29.8	33.6	39.0	46.7	56.9	73.0
13	-0.58	44.0	0.227	30.0	33.6	38.0	44.0	51.7	60.5	71.9
14	-0.07	50.0	0.221	33.2	37.8	43.1	50.0	58.1	66.6	76.2
15	-1.1	54.0	0.196	39.6	43.3	47.7	54.0	62.3	72.5	86.6
16	0.08	57.0	0.183	40.2	45.0	50.4	57.0	64.4	71.9	80.0
17	-1.24	59.0	0.178	44.6	48.3	52.8	59.0	67.2	77.1	90.9
18	-1.41	61.0	0.174	46.6	50.2	54.7	61.0	69.4	79.7	94.6
Niñas										
5	-1.65	18.0	0.233	12.9	14.1	15.7	18.0	21.6	27.2	39.2
6	-1.53	20.0	0.223	14.5	15.8	17.5	20.0	23.7	29.1	39.1
7	-1.14	23.0	0.191	17.0	18.5	20.4	23.0	26.4	30.6	36.5
8	-1.02	25.0	0.228	17.5	19.4	21.7	25.0	29.6	35.4	43.9
9	-1.15	28.0	0.221	19.9	21.9	24.4	28.0	33.0	39.4	49.3
10	-0.81	32.0	0.24	21.8	24.3	27.5	32.0	38.1	45.6	56.1
11	-0.67	37.0	0.244	24.8	27.9	31.7	37.0	44.0	52.6	64.0
12	-0.35	43.0	0.227	28.9	32.6	37.0	43.0	50.3	58.4	68.3
13	-0.34	46.0	0.197	32.4	36.1	40.4	46.0	52.7	59.9	68.4
14	-0.65	49.0	0.18	36.1	39.5	43.6	49.0	55.6	62.9	71.8
15	-0.84	51.0	0.173	38.3	41.6	45.6	51.0	57.7	65.2	74.6
16	-1.15	52.5	0.181	39.4	42.7	46.8	52.5	59.9	68.8	80.9
17	-1.15	53.0	0.181	39.8	43.1	47.3	53.0	60.5	69.4	81.6
18	-0.7	54.0	0.178	40.0	43.7	48.1	54.0	61.2	69.2	79.1

La Figura 1 ilustra las curvas de percentiles suavizadas de talla y peso para niños/as y adolescentes ecuatorianos de 5 a 18 años. Las curvas de peso aumentan continuamente con la edad, aunque en las niñas los valores tienden a estabilizarse a partir de los 15 años. Las curvas de talla aumentan de forma más pronunciada durante la pubertad y tienden a estabilizarse antes en las niñas (14–15 años) que en los niños (17–18 años). Los percentiles P50 de talla son similares en ambos sexos hasta los 12 años. Después, los valores de las niñas se tornan superiores temporalmente durante el estirón

puberal femenino, para luego ser superados por los niños con diferencia altamente significativa ($p < 0,0001$) a partir de los 14 años.

La velocidad de crecimiento en talla en los niños muestra un pico puberal entre los 13 y 14 años (7,10 cm/año), mientras que en las niñas el pico ocurre entre los 9 y 11 años (5,70–6,70 cm/año), reflejando la maduración sexual más temprana del sexo femenino. En cuanto al peso, los picos de velocidad se observan entre los 13 y 14 años en niños (6,0 kg/año) y entre los 11 y 12 años en niñas (6,0 kg/año).

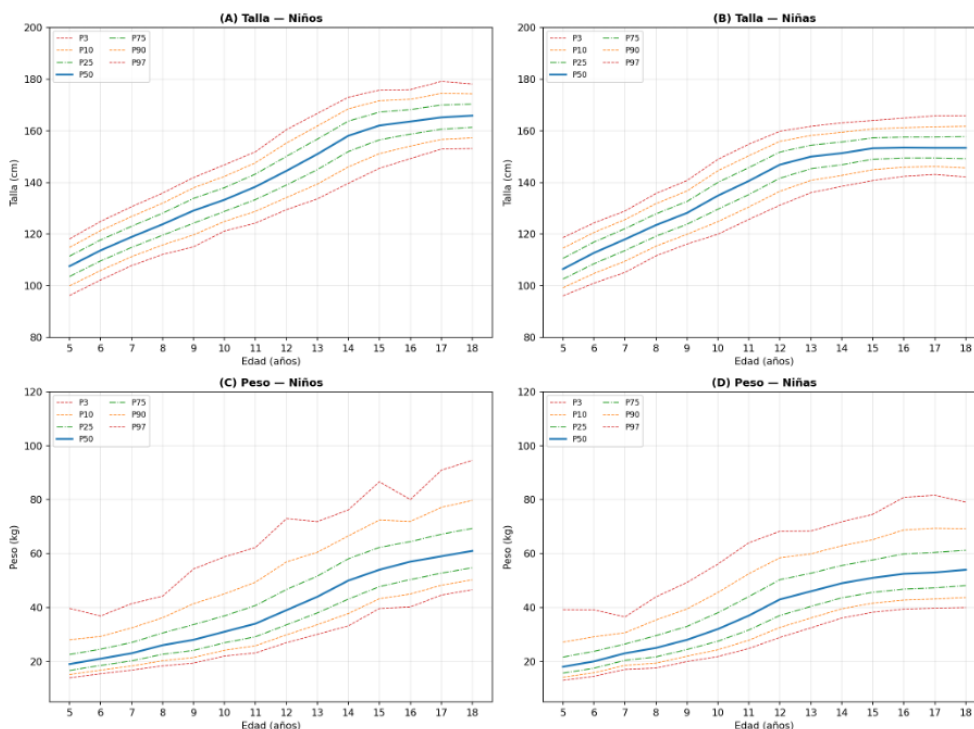


Figura 1. Curvas de percentiles suavizadas de talla y peso para niños y niñas ecuatorianos

La comparación de los valores medianos (P50) de talla de los niños y adolescentes ecuatorianos con las referencias OMS, NCHS y Colombia se muestra en la Tabla 4 y la Figura 2. La curva de talla mediana ecuatoriana es inferior a las tres referencias en casi todos los grupos de edad, con diferencias que se amplían progresivamente con la edad. Entre los 5 y 9 años, la diferencia

respecto a la OMS oscila entre $-2,3$ y $-4,5$ cm en los niños, y entre $-2,9$ y $-4,3$ cm en las niñas. A partir de los 15 años, la diferencia máxima alcanza $-10,2$ cm en los niños y $-9,7$ cm en las niñas respecto a la OMS, y es menor respecto a la referencia colombiana ($-6,6$ cm en niños, $-6,0$ cm en niñas a los 18 años).

Tabla 4. Desviaciones de la talla mediana (P50) respecto a OMS, NCHS y Colombia

Edad	Ecuador	OMS	Desv.	NCHS	Desv.	Colombia	Desv.
Niños — Talla mediana (cm)							
5	107.6	110.0	-2.4	109.2	-1.6	108.3	-0.7
6	113.7	116.0	-2.3	115.5	-1.8	114.2	-0.5
7	118.9	121.7	-2.8	121.9	-3.0	120.1	-1.2
8	123.8	127.3	-3.5	128.0	-4.2	126.0	-2.2
9	129.1	132.6	-3.5	133.6	-4.5	131.5	-2.4
10	133.3	137.8	-4.5	138.7	-5.4	136.9	-3.6
11	138.4	143.1	-4.7	143.6	-5.2	142.5	-4.1
12	144.5	149.1	-4.6	149.1	-4.6	148.6	-4.1
13	151.0	156.0	-5.0	156.2	-5.2	155.1	-4.1
14	158.1	163.2	-5.1	163.9	-5.8	161.8	-3.7
15	162.0	169.0	-7.0	170.0	-8.0	166.9	-4.9
16	163.6	172.9	-9.3	173.5	-9.9	170.0	-6.4
17	165.2	175.2	-10.0	175.2	-10.0	171.7	-6.5
18	165.9	176.1	-10.2	176.0	-10.1	172.5	-6.6

Niñas — Talla mediana (cm)							
5	106.5	109.4	-2.9	107.9	-1.4	107.1	-0.6
6	112.8	115.1	-2.3	115.0	-2.2	113.2	-0.4
7	118.0	120.8	-2.8	121.5	-3.5	119.0	-1.0
8	123.5	126.6	-3.1	127.6	-4.1	124.9	-1.4
9	128.2	132.5	-4.3	133.0	-4.8	130.7	-2.5
10	134.9	138.6	-3.7	138.0	-3.1	136.5	-1.6
11	140.6	145.0	-4.4	143.9	-3.3	142.7	-2.1
12	146.9	151.2	-4.3	151.2	-4.3	149.0	-2.1
13	150.0	156.4	-6.4	157.0	-7.0	153.8	-3.8
14	151.4	159.8	-8.4	160.2	-8.8	156.8	-5.4
15	153.2	161.7	-8.5	161.8	-8.6	158.3	-5.1
16	153.5	162.5	-9.0	161.3	-7.8	158.9	-5.4
17	153.4	162.9	-9.5	162.2	-8.8	159.2	-5.8
18	153.4	163.1	-9.7	162.7	-9.3	159.4	-6.0

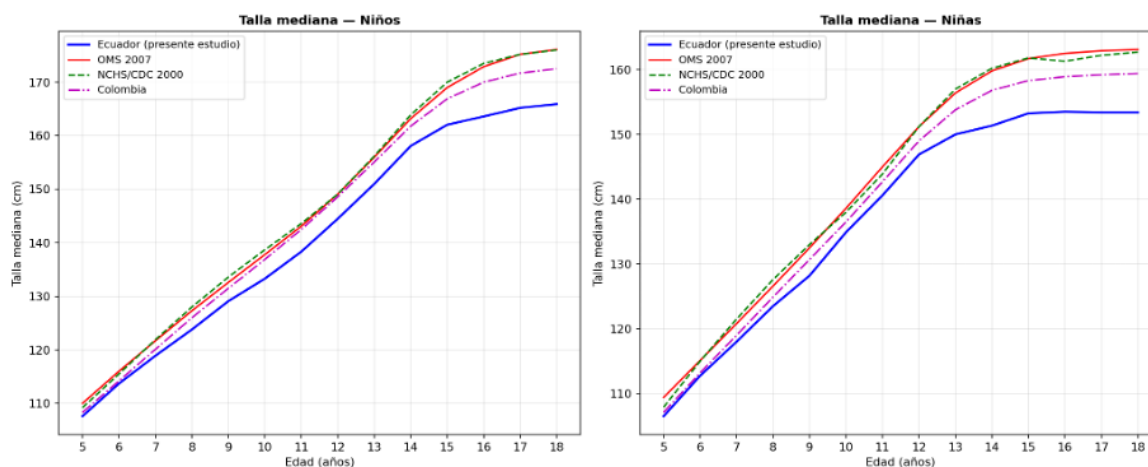


Figura 2. Comparación del P50 de talla con la OMS, NCHS y Colombia

DISCUSIÓN

La evaluación de la talla y del peso es esencial para el seguimiento del crecimiento en niños y adolescentes, ya que puede ser indicador de variaciones genéticas, factores ambientales o procesos patológicos (1). Este estudio presenta curvas de referencia de talla y peso para niños y adolescentes ecuatorianos de 5 a 18 años, obtenidas mediante el método LMS (22) a partir de una muestra nacional de 20.532 sujetos, la más amplia utilizada con este propósito en el país. La magnitud de la muestra garantiza la

robustez estadística de los percentiles calculados y posiciona estas curvas como el referente nacional más sólido disponible para la práctica clínica y la salud pública en Ecuador.

La tendencia general de las curvas de talla y peso muestra un incremento continuo con la edad en ambos sexos, con picos de velocidad diferenciados según el sexo. Las niñas presentan un pico de velocidad de talla entre los 9 y 11 años (5,70–6,70 cm/año), mientras que los niños alcanzan su mayor aceleración entre los 13 y 14 años (7,10 cm/año).

Este patrón de dimorfismo sexual concuerda con la literatura internacional: las niñas inician la pubertad aproximadamente dos años antes que los niños, y su velocidad pico de talla es inferior (8,3 vs. 9,5 cm/año según referencias norteamericanas) (24). El estirón puberal resulta de la interacción entre los esteroides sexuales, la hormona de crecimiento y el IGF-1 (25). Estas diferencias por sexo se vuelven estadísticamente significativas a partir de los 14 años ($p < 0,0001$), en línea con lo descrito por Ghouili et al. (12) en la población tunecina. Los picos de velocidad de peso se observan a los 13–14 años en niños (6,0 kg/año) y a los 11–12 años en niñas (6,0 kg/año); las curvas de peso de las niñas se estabilizan a partir de los 15 años, patrón consistente con los estudios de Colombia (16) y Túnez (12).

La comparación de los valores medianos de talla con las referencias de la OMS y el NCHS evidencia que los niños y adolescentes ecuatorianos son sistemáticamente más bajos en todas las edades. Las diferencias son moderadas a los 5–9 años (–2,3 a –4,5 cm en niños y –2,9 a –4,3 cm en niñas) y se amplifican progresivamente, alcanzando –10,2 cm en niños y –9,7 cm en niñas a los 18 años respecto a la OMS. Esta divergencia creciente con la edad concuerda con los hallazgos de Asif et al. (13) en Pakistán, quienes también observaron discrepancias significativas entre la referencia local y las internacionales, y demostraron que el uso de la OMS sobreestima la prevalencia de retraso del crecimiento: 10,8% según OMS frente a 3,0% con la referencia local (13). En Túnez, Ghouili et al. (12) encontraron diferencias de hasta –3,7 cm en varones y –2,2 cm en mujeres a los 18 años respecto al NCHS. Finalmente, la revisión sistemática de Marume et al. (11) confirma que estas discrepancias son un fenómeno universal que exige el desarrollo de referencias propias para cada país o región.

La diferencia respecto a la referencia colombiana es sistemáticamente menor que respecto a la OMS y el NCHS (hasta –6,6 cm en niños y –6,0 cm en niñas a los 18 años), lo que refleja una mayor similitud entre las poblaciones de Ecuador y Colombia. Las curvas de Durán et al. (16), construidas con 27.209 niños colombianos

principalmente de nivel socioeconómico medio-alto mediante GAMLSS, arrojaron tallas finales de 172,3 cm en hombres y 159,4 cm en mujeres a los 18 años superiores a las ecuatorianas en aproximadamente 6–7 cm. Esta diferencia es esperable dado que la muestra colombiana de Durán excluye los estratos socioeconómicos más vulnerables, mientras que la muestra ecuatoriana es representativa de toda la población nacional, incluido el 43,9% de participantes rurales. Estudios realizados en otras regiones de Colombia con muestras socioeconómicamente más heterogéneas, como el de Huila (26), también registraron tallas inferiores a las de Durán et al., con diferencias de hasta –7,6 cm en hombres a los 18 años respecto al CDC, un patrón similar al encontrado en Ecuador.

Las diferencias observadas respecto a las referencias internacionales pueden atribuirse a múltiples factores interrelacionados. Desde el punto de vista geográfico, una proporción considerable de la población ecuatoriana reside en la Sierra a altitudes superiores a 2.500 m.s.n.m. La hipoxia crónica de altura restringe el crecimiento lineal (27): un metaanálisis documentó que los niños de alta altitud son significativamente más bajos que los de zonas bajas (SMD = –2,895 cm), independientemente del nivel socioeconómico (18), y estudios en poblaciones andinas peruanas confirmaron retraso del crecimiento lineal en adolescentes que residen a altitud moderada (29). La composición étnica mestiza, indígena, afroecuatoriana y montubia introduce variabilidad intrapoblacional que no captura ninguna referencia internacional (21). Los factores nutricionales y socioeconómicos agravan el problema: la prevalencia nacional de desnutrición crónica fue del 23,0% en 2018, y en la población indígena rural de Chimborazo alcanzó el 51,6% (20). Los determinantes genéticos de la talla responsables del 60–80% de la variación también difieren entre la población ecuatoriana y las empleadas en las referencias de la OMS y el NCHS (28).

El principal punto fuerte de este estudio es que constituye la primera construcción de curvas de referencia nacionales de talla y peso para niños

y adolescentes ecuatorianos de 5 a 18 años, basada en la muestra más amplia disponible ($n = 20.532$). El método LMS empleado es el estándar internacional para este tipo de estudios (22), el mismo utilizado por Ghouili et al. (12) y Asif et al. (13), lo que garantiza comparabilidad metodológica. No obstante, el diseño transversal impide estimar directamente los parámetros del estirón puberal individual ni la tendencia secular del crecimiento; las velocidades calculadas son aproximaciones basadas en diferencias entre medianas de grupos de edad consecutivos (30, 31). La ausencia de información individual sobre etnia, altitud de residencia, nivel socioeconómico y estado puberal limita análisis estratificados de mayor precisión. Además, la muestra no cubre edades inferiores a 5 años ni superiores a 18, lo que impide construir curvas continuas desde el nacimiento hasta la adultez. Estas curvas deberán ser validadas mediante estudios longitudinales y actualizadas periódicamente. Los análisis futuros deberían considerar muestras estratificadas por región geográfica y etnia, e incorporar métodos de análisis longitudinal como SITAR, recientemente aplicado en poblaciones asiáticas (32).

CONCLUSIONES

Las curvas presentadas en este estudio son las primeras curvas de referencia nacionales para niños y adolescentes ecuatorianos de 5 a 18 años, basadas en mediciones de sujetos reclutados en múltiples ciudades y zonas (urbanas y rurales) del país, representando las principales regiones geográficas. Las curvas de percentiles suavizadas de talla y peso son útiles para evaluar el crecimiento general de los niños ecuatorianos. La notable disparidad encontrada entre la talla mediana ecuatoriana y las referencias internacionales (OMS, NCHS) que alcanza hasta -10 cm en adolescentes lo que confirma que estas referencias internacionales no son apropiadas para evaluar el crecimiento de la población ecuatoriana y pueden conducir a diagnósticos erróneos. El uso oficial de estas curvas requiere validación por parte de pediatras y especialistas en salud pública ecuatorianos, tras verificar su fiabilidad en entornos clínicos.

Las diferencias observadas entre zonas urbanas y rurales también son consistentes con la literatura nacional e internacional. La población rural ecuatoriana, especialmente en la Sierra y Amazonía, ha sido históricamente más afectada por la desnutrición y el retraso en el crecimiento, asociada a menores ingresos, menor acceso a servicios de salud y saneamiento, y prácticas de alimentación menos adecuadas. Estos datos subrayan la necesidad de estrategias diferenciadas por territorio en las políticas de nutrición y salud infantil del país.

El presente estudio no incluyó datos de referencia de crecimiento en talla para recién nacidos ni para niños menores de 5 años, y los resultados de este estudio sugieren que esta brecha podría completarse, ya que se observa un incremento considerable de talla durante esas edades. Asimismo, el estatus socioeconómico tiene una influencia considerable en el tamaño corporal de los niños; por lo tanto, también deben planificarse estudios comparativos que incluyan datos socioeconómicos. Una limitación del estudio es que los datos secundarios del INEC no permiten verificar de manera exhaustiva todos los criterios de inclusión/exclusión clínica (como enfermedades crónicas que afecten el crecimiento); sin embargo, la gran muestra utilizada minimiza el impacto potencial de este sesgo.

REFERENCIAS

1. Debeko DD, Goshu AT. Height growth modeling in Ethiopian children and adolescents aged 7-20 years: A prospective cohort study. *Biomed Res Int.* 2025;2025(1):7288345. <http://dx.doi.org/10.1155/bmri/7288345>
2. de Onis M, Onyango A, Borghi E, Siyam A, Blössner M, Lutter C, et al. Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards. *Public Health Nutr.* 2012;15(9):1603–10. <http://dx.doi.org/10.1017/S136898001200105X>
3. Ghouili H, Ben Khalifa W, Ouerghi N, Zouaoui M, Dridi A, Gmada N, et al. Body mass index reference curves for Tunisian children. *Arch Pediatr.* 2018;25(8):459–

63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcped.2018.09.005>
4. Cole TJ. The development of growth references and growth charts. *Ann Hum Biol.* 2012;39(5):382–94. <http://dx.doi.org/10.3109/03014460.2012.694475>
5. Quamme SH, Iversen PO. Prevalence of child stunting in Sub-Saharan Africa and its risk factors. *Clin Nutr Open Sci.* 2022;42:49–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutos.2022.01.009>
6. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Arch Dis Child.* 1966;41(219):454–71. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.41.219.454>
7. Hamill P, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF. NCHS growth curves for children birth-18 years, United States. *Vital Health Stat 11.* 1977; (165):i-iv.1–74
8. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl.* 2006;450:76–85. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2006.tb02378.x>
9. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85(9):660–7. <http://dx.doi.org/10.2471/blt.07.043497>
10. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat 11.* 2002;(246):1–190.
11. Marume A, Archary M, Mahomed S. Validation of growth standards and growth references: A review of literature. *J Child Health Care.* 2022;26(3):498–510. <http://dx.doi.org/10.1177/13674935211024816>
12. Ghouili H, Ouerghi N, Boughalmi A, Dridi A, Rhibi F, Bouassida A. First growth reference curves for Tunisian children and adolescents. *Arch Pediatr.* 2021;28(5):381–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcped.2021.03.011>
13. Asif M, Aslam M, Mazhar I, Ali H, Ismail T, Matłosz P, et al. Establishing height-for-age Z-score growth reference curves and stunting prevalence in children and adolescents in Pakistan. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(19):12630. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph191912630>
14. Marwaha RK, Tandon N, Ganie MA, Kanwar R, Shivaprasad C, Sabharwal A, et al. Nationwide reference data for height, weight and body mass index of Indian schoolchildren. *Natl Med J India.* 2011;24(5):269–77.
15. Zellal A, Lemdani M, Djeddi N, Oudjhane K, Lalouche AB. Weight and height local growth charts of Algerian children and adolescents (6-18 years of age). *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2016;29(4):393–402.
16. Durán P, Merker A, Briceño G, Colón E, Line D, Abad V, et al. Colombian reference growth curves for height, weight, body mass index and head circumference. *Acta Pediatr.* 2016;105(3):e116-25. <http://dx.doi.org/10.1111/apa.13269>
17. Baye K, Hirvonen K. Altitude and early child growth in 47 countries. *Popul Environ.* 2021;43(2):149–68.
18. Debebe, Wondwosen; Alem, Addis; Abebe, Melese Shenkut; Bihonegn, Mohammed Derso; Abdu, Hussen; et al. Higher altitude stunts children's physical growth: A systematic review and meta-analysis. *Next Research.* 2026; 3: 101059. <https://doi.org/10.1016/j.nexres.2025.101059>
19. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT-ECU 2018. 2018;
20. Rivadeneira MF, Moncayo AL, Córdor JD, Tello B, Buitrón J, Astudillo F, et al. High prevalence of chronic malnutrition in indigenous children under 5 years of age in Chimborazo-Ecuador: multicausal analysis of its determinants. *BMC Public Health.* 2022;22(1):1977. <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-022-14327-x>
21. Ramírez-Luzuriaga MJ, Belmont P, Waters WF, Freire WB. Malnutrition inequalities

- in Ecuador: differences by wealth, education level and ethnicity. *Public Health Nutr.* 2020;23(S1):s59–67. <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980019002751>
22. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992;11(10):1305–19. <http://dx.doi.org/10.1002/sim.4780111005>
 23. INEC Base de datos antropométrica de niños y adolescentes ecuatorianos. Quito; 2021.
 24. Tanner JM, Davies PS. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. *J Pediatr.* 1985;107(3):317–29. [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(85\)80501-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(85)80501-1)
 25. Abbassi V. Growth and normal puberty. *Pediatrics.* 1998;102(Supplement_3):507–11
 26. Vargas-Zárate M, Becerra-Bulla F, Prieto-Suárez E, Bastidas-Báez V, Salazar-Rojas W. Percentiles de crecimiento para peso, talla e IMC en niños y adolescentes de 2 a 18 años de Huila, Colombia. *Colombia Rev Fac Med.* 2023;71(3).
 27. Julian CG, Moore LG. Human genetic adaptation to high altitude: Evidence from the Andes. *Genes (Basel).* 2019;10(2):150. <http://dx.doi.org/10.3390/genes10020150>
 28. Dubois L, Ohm Kyvik K, Girard M, Taton-Tokuda F, Pérusse D, Hjelmborg J, et al. Genetic and environmental contributions to weight, height, and BMI from birth to 19 years of age: an international study of over 12,000 twin pairs. *PLoS One.* 2012;7(2):e30153. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0030153>
 29. Cossio-Bolaños M, Campos RG, Andruske CL, Flores AV, Luarte-Rocha C, Olivares PR, et al. Physical growth, biological age, and nutritional transitions of adolescents living at moderate altitudes in Peru. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(10):12082–94. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph121012082>
 30. Bozzola M, Meazza C. Growth velocity curves: What they are and how to use them. En: *Handbook of Growth and Growth Monitoring in Health and Disease.* New York, NY: Springer New York; 2012. p. 2999–3011.
 31. Bogin B. The evolution of human brain and body growth patterns. En: *Evolution of Nervous Systems.* Elsevier; 2007. p. 337–45.
 32. Long L, Hamdani SD, Hamdani SMZH, Zhuang J, Khurram H, Hadier SG. Establishing age- and sex-specific anthropometric growth references standards for South Punjab adolescents utilizing the LMS method: findings from the Pakistani population. *Front Public Heal-*