Referencias de peso, estatura e índice de masa corporal para niñas y niños ecuatorianos de 5 a 19 años de edad

Growth references for weight, height, and body mass index for Ecuadorian children and adolescents aged 5-19 years

MSc. Wilmer Tarupi^a, Dr. Yvan Lepage^b, Dra. María L. Felix^a, Dr. Claude Monnier^b, Dr. Roland Hauspie^(†)^c, Dr. Mathieu Roelants^d, Dr. Ricardo Hidalgo^a y Dra. Martine Vercauteren^b

RESUMEN

Introducción. La evaluación del crecimiento durante la infancia y la adolescencia es un componente fundamental de la atención de salud en todos sus niveles, pues es parte del diagnóstico nutricional y permite la detección oportuna de patologías relacionadas. Ecuador, al no disponer de referencias nacionales de crecimiento, ha adoptado los estándares internacionales de la Organización Mundial de la Salud. El objetivo de este estudio fue construir referencias nacionales de peso, estatura e índice de masa corporal para niños, niñas y adolescentes.

Métodos. Se investigaron escolares y adolescentes ecuatorianos entre 5 y 19 años de edad durante 1999 y 2012. Los centilos 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 de peso, talla e índice de masa corporal fueron estimados por el método LMS para datos transversales, que utiliza la transformación Box-Cox para normalizar la distribución de los datos a cada edad.

Resultados. Participaron 5934 sujetos sanos (2788 niños y 3146 niñas). Los niños pesaban más y eran más altos que las niñas. En todos los casos, los valores mostraron un aumento creciente conforme la edad avanzaba. A los 18 años, las diferencias entre sexos promediaron 8 kg y 12,5 cm.

Conclusión. Las tablas y curvas producto de este estudio constituyen la primera referencia descriptiva del crecimiento de niños ecuatorianos de 5-19 años. Son un importante instrumento de evaluación nutricional. Su implementación en la atención primaria de salud permitirá complementar el diagnóstico nutricional que, tradicionalmente, se realiza sobre la base de los estándares internacionales de la Organización Mundial de la Salud.

Palabras clave: estatura, índice de masa corporal, adolescente, gráficos de crecimiento, Ecuador.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2020.117>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2020.eng.117>

- Facultad de Ciencias de la Salud Eugenio Espejo, Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito (UTE), Quito, Ecuador.
- Laboratoire d'Anthropologie et de Génétique Humaine, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium.
- Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium.
- Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium.

Correspondencia:

MSc. Wilmer Tarupi:
wtarupi@ute.edu.ec

Financiamiento:

Este estudio fue financiado por la Comisión Universitaria para el Desarrollo (CUD) (Bélgica) y la Universidad UTE (Ecuador). Se declara no tener conflictos de interés y se confirma que el manuscrito fue leído y aprobado por todos los autores.

Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar.

Recibido: 26-3-2019

Aceptado: 8-10-2019

INTRODUCCIÓN

El crecimiento físico es una de las herramientas más útiles para la vigilancia de la salud y nutrición del niño en atención primaria.¹ Si bien el patrón de crecimiento para niños menores de 5 años, resultado de un estudio multicéntrico, proporciona una referencia internacional única que corresponde a la mejor descripción del crecimiento fisiológico,² no sucede lo mismo con las referencias de crecimiento para niños y niñas de 5 a 19 años^{3,4} basadas en población de Estados Unidos. Estas últimas curvas estarían muy lejos de mostrar las características del crecimiento de niños y adolescentes, período de la vida en el cual se expresa totalmente la influencia genética, socioeconómica y geográfica. Al respecto, varios estudios muestran como los patrones de crecimiento y maduración a estas edades varían ampliamente entre poblaciones y en su interior.⁵⁻¹¹

La evaluación del crecimiento implica la comparación de las medidas alcanzadas por un individuo con un estándar. Se argumenta que, si están disponibles, los estándares de crecimiento nacionales pueden ser más apropiados para evaluar las desviaciones de crecimiento y el crecimiento anormal.^{10,12}

A diferencia de otros países, como la Argentina,¹³ Venezuela,¹⁴ Colombia,¹⁵ Reino Unido,¹⁶ Japón,¹⁷ Bélgica,¹⁸ hasta el presente, Ecuador no disponía de referencias nacionales de crecimiento para niños de entre 5 y 19 años, por lo cual, en su momento,

Cómo citar: Tarupi W, Lepage Y, Felix ML, Monnier C, et al. Referencias de peso, estatura e índice de masa corporal para niñas y niños ecuatorianos de 5 a 19 años de edad. *Arch Argent Pediatr* 2020; 118(2):117-124.

se recomendó usar las referencias internacionales de crecimiento de origen norteamericano.^{3,4} No existiendo un referente global del crecimiento para el grupo etario de 5-19 años, se considera que es crucial contar con referencias nacionales. En ese sentido, el objetivo de este estudio fue construir referencias nacionales de peso, estatura e índice de masa corporal (IMC) para niños, niñas y adolescentes ecuatorianos de entre 5 y 19 años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Se efectuó un estudio descriptivo transversal en escolares y adolescentes de entre 5 y 19 años de edad. Los datos fueron recogidos en tres períodos: a) 1999;¹⁹ b) de 2007 a 2009²⁰ y c) de 2011 a 2012,¹¹ en las tres regiones continentales de las cuales el Ecuador estaba integrado: específicamente, en las ciudades de Quito, Tulcán (región Andina), Santa Elena (región Costa) y Tena (región Amazónica). De esta manera, los diferentes grupos étnicos del país y de las regiones (que eran ecológicamente diferentes) estuvieron representados. Galápagos era una cuarta región del Ecuador, con una población muy pequeña. A partir del registro de instituciones suministrado por las direcciones provinciales de educación, se seleccionaron aleatoriamente instituciones educativas, tanto públicas como privadas, en cada ciudad. Los participantes fueron reclutados en las instituciones educativas utilizando un muestreo aleatorio estratificado según la edad, el sexo y el lugar de residencia (Tabla 1).

Las mediciones de peso y estatura de pie fueron realizadas siguiendo la técnica antropométrica propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en los salones de clase.^{21,22} La altura se midió al 1,0 mm más cercano utilizando un estadiómetro portátil (Instrumentos

Antropométricos GPM, Suiza). El peso se midió al 0,1 kg más cercano usando una balanza manual (Health o Meter® HLT scale), calibrada de manera periódica. Durante los dos primeros períodos, las mediciones fueron realizadas por el equipo investigador experto en antropometría, autores de este artículo. Durante el tercer período, se generó un espacio de enseñanza-aprendizaje con estudiantes de la carrera de Medicina de la Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito (UTE), quienes realizaron un proceso de entrenamiento previo para realizar las mediciones. El error técnico de medida (ETM) intra- e interobservador fue del 0,54 % y del 1,7 %, respectivamente. Las mediciones fueron tomadas una sola vez. Todos los participantes recibieron la retroalimentación pertinente en cuanto a sus mediciones corporales.

La fecha de nacimiento estaba disponible para la mayoría de los participantes de los registros escolares oficiales. La edad y la información sociodemográfica fueron proporcionadas por padres y adolescentes a través de un cuestionario. El análisis estadístico fue centralizado en la UTE, en donde los datos fueron digitalizados y sometidos a un exhaustivo análisis de calidad. Los valores sospechosos (debido a raras ocasiones de error de medición o errores tipográficos) fueron eliminados o corregidos (siempre que fue posible). El primer paso del procesamiento de datos fue realizar diagramas de dispersión y cuadros para eliminar los valores atípicos. Las observaciones que caían por encima de +3 desvíos estándar (DE) y por debajo de -3 DE de la mediana de la muestra se excluyeron antes de construir las referencias. Como resultado, se excluyeron 26 observaciones para hombres (el 0,9 %) y 49 observaciones para mujeres (el 1,5 %). No se confirmó la información antropométrica de estos participantes por limitaciones logísticas.

Fueron excluidos del trabajo los niños de nacionalidad no ecuatoriana (18 observaciones), con enfermedades crónicas (8 observaciones) o que tomaran medicación que podría afectar el crecimiento (6 observaciones).

Análisis de datos

Para la estimación de los percentiles de peso, estatura e IMC, se utilizó el método *least-mean-square algorithm (LMS)*²³ para datos transversales. Este permitía ajustar la asimetría utilizando la transformación Box-Cox (*L*), que normalizaba la distribución de los datos a cada edad, teniendo en cuenta la mediana (*M*) y el coeficiente de

TABLA 1. Distribución de los individuos según el sexo y el año de observación

Lugares	Niños	Niñas	Total
Quito, 1999	459	629	1088
Quito, 2007	730	520	1250
Quito, 2009	344	381	695
Quito, 2011	256	448	704
Santa Elena, 2011	537	535	1072
Tulcán, 2012	233	209	442
Tena, 2012	229	454	683
Total	2788	3146	5934

variación de la distribución (S). El ajuste de los datos permitía que los valores de L , M y S cambiaran suavemente con la abscisa X (en este caso, la edad), de manera que pudieran ser representativos de la población con curvas suavizadas graficadas en función de la ordenada Y (peso, talla e IMC). A cada edad, la distribución del peso, talla e IMC se resumió en tres coeficientes: L , M y S , en los que L correspondió a la simetría; M , a la mediana, y S , al coeficiente de variación para cada edad y sexo. Estos parámetros se calcularon de acuerdo con el procedimiento de la máxima probabilidad penalizada.²⁴⁻²⁶ Estas curvas se estimaron posteriormente a través de un algoritmo iterativo que utilizaba *splines* cúbicos penalizados, en los que el nivel de suavizado se determinaba al asignar un número de grados de libertad equivalentes (edf).

El número apropiado de grados de libertad equivalentes fue seleccionado según lo descrito por Pan y Cole,²⁷ basados en la desviación,²³ Q -tests²⁸ y el *wormplot*.²⁹ El alisamiento de las curvas LMS y los puntos de aceleración y desaceleración de la curva media se verificaron mediante inspección de sus derivados. Los modelos finales se validaron comparando las proporciones esperadas y observadas de las observaciones dentro de un conjunto de bandas de percentiles por clase de edad, con una prueba de bondad de ajuste χ^2 (*grid test*).³⁰ No se observaron desviaciones significativas de las frecuencias esperadas ($p > 0,1$ para todos los modelos). Todas las curvas se ajustaron y validaron con el paquete de funciones desarrolladas en R.³¹

Se aplicó el test de T para comparar la talla, peso e IMC en los diferentes grupos etarios de las tres muestras. Este análisis estadístico comparativo detallado de los centiles de las tres muestras evidenció que, tanto gráfica como estadísticamente, no existían diferencias significativas en el estado de crecimiento de los niños en estos tres grupos de datos: 1. Quito, 1999, 2. Quito, 2007, y Quito, 2009, y 3. Quito, 2011, Santa Elena, 2011, Tulcán, 2012, y Tena, 2012 ($p \geq 0,05$). Por lo tanto, se juntaron los datos de todas las submuestras para obtener una muestra global más grande que permitiera estimar con mayor precisión las líneas de percentiles.

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki, y el consentimiento informado por

escrito se obtuvo de todos los padres o tutores de los niños participantes. El protocolo fue aprobado por los Comités de Ética de ambas instituciones asociadas: la Comisión Universitaria para el Desarrollo (CUD) de Bélgica y la Junta de Revisión de la UTE de Ecuador.

RESULTADOS

La muestra del estudio comprendió 5934 participantes (3146 niñas y 2788 niños) (Tabla 2). Los niños pesaban más y eran más altos que las niñas. A los 18 años, las diferencias entre sexos promediaron 8 kg y 12,5 cm.

El grado de suavizado requerido se expresó en términos de grados equivalentes de libertad (edf), que se seleccionaron teniendo en cuenta la desviación mínima penalizada, manteniendo el orden LMS .

Talla (centímetros)

Los niños son más altos que las niñas en todos los rangos de edad; las diferencias son más evidentes a partir de los 13 años. Los percentiles de referencia de talla por edad en niños y niñas se muestran en la Tabla 3, junto con los valores M y S , que proporcionaron el mejor ajuste para generar las referencias de crecimiento. Los modelos LMS que proporcionaron el mejor ajuste fueron LMS ($edf(\lambda) = 0$, $edf(\mu) = 5$, $edf(\sigma) = 3$) para niños y LMS ($edf(\lambda) = 3$, $edf(\mu) = 5$, $edf(\sigma) = 3$) para niñas. Las curvas, en niños y en niñas, se modelaron sin sesgo ($edf = 0$, y L se fijó como 1).

TABLA 2. Distribución de los participantes por edad

Edad	Niños	Niñas	Total
5	69	67	130
6	163	187	350
7	149	183	332
8	156	279	435
9	164	209	373
10	213	268	481
11	224	239	463
12	342	323	665
13	306	281	587
14	286	286	572
15	251	253	504
16	188	230	418
17	182	213	395
18	63	88	151
19	32	40	66
Total	2788	3146	5934

Peso (kilogramos)

Los niños pesan más que las niñas en todos los rangos de edad; las diferencias son más evidentes a partir de los 15 años. Los datos de referencia de peso por edad en niños y niñas se muestran en la *Tabla 4*. Los modelos *LMS* que proporcionaron el mejor ajuste para generar las referencias de peso fueron *LMS* ($\text{edf}(\lambda) = 2$, $\text{edf}(\mu) = 5$, $\text{edf}(\sigma) = 3$) para niños y *LMS* ($\text{edf}(\lambda) = 3$, $\text{edf}(\mu) = 5$, $\text{edf}(\sigma) = 3$) para niñas. Se observó una asimetría positiva (L era menor de uno) en todas las edades y ambos sexos, por lo que los centiles inferiores estaban

relativamente más cerca de la mediana, mientras que los percentiles extremos superiores estaban relativamente más alejados de la mediana.

Índice de masa corporal

Los datos de referencia del IMC por edad en niños y niñas se muestran en la *Tabla 5*. Los modelos *LMS* que proporcionaron el mejor ajuste para generar las referencias fueron *LMS* ($\text{edf}(\lambda) = 3$, $\text{edf}(\mu) = 5$, $\text{edf}(\sigma) = 3$) para niños y *LMS* ($\text{edf}(\lambda) = 3$, $\text{edf}(\mu) = 5$, $\text{edf}(\sigma) = 3$) para niñas. En comparación con el peso, el IMC mostró una

TABLA 3. Talla (cm) desde los 5 a los 19 años de edad en niños. Ecuador

EDAD en años	L	M (p50)	S	p3	p10	p25	p75	p90	p97
NIÑOS									
5	1	105,8	0,047	96,4	99,4	102,4	109,2	112,3	115,3
6	1	111,6	0,047	101,7	104,8	108	115,1	118,3	121,5
7	1	117,2	0,047	106,8	110,1	113,5	121	124,4	127,7
8	1	122,8	0,048	111,7	115,2	118,8	126,7	130,3	133,9
9	1	127,8	0,049	115,9	119,7	123,5	132	135,9	139,7
10	1	132,6	0,050	119,9	123,9	128	137,1	141,2	145,2
11	1	137,5	0,051	124,2	128,5	132,8	142,3	146,6	150,8
12	1	142,7	0,052	128,6	133,1	137,7	147,8	152,4	156,9
13	1	148,3	0,054	133,2	138	142,9	153,7	158,6	163,4
14	1	154,9	0,052	139,5	144,4	149,3	160,4	165,4	170,3
15	1	160,5	0,048	145,9	150,5	155,2	165,7	170,4	175
16	1	163,8	0,043	150,3	154,6	159	168,6	173	177,3
17	1	165,4	0,041	152,7	156,7	160,8	170	174,1	178,2
18	1	165,9	0,040	153,4	157,4	161,4	170,4	174,5	178,5
19	1	166,0	0,039	153,6	157,5	161,6	170,5	174,5	178,5
NIÑAS									
5	1	104,2	0,054	93,6	97	100,4	108,1	111,5	114,9
6	1	110,4	0,050	99,9	103,3	106,7	114,2	117,6	120,9
7	1	115,7	0,048	105,2	108,5	111,9	119,5	122,9	126,2
8	1	120,9	0,047	110,1	113,5	117	124,8	128,3	131,7
9	1	126,3	0,047	114,9	118,5	122,2	130,4	134	137,7
10	1	132,2	0,048	120,1	123,9	127,9	136,5	140,4	144,3
11	1	138,9	0,049	126,1	130,1	134,3	143,4	147,6	151,7
12	1	144,5	0,048	131,3	135,5	139,8	149,2	153,4	157,6
13	1	148,8	0,045	136,1	140,1	144,2	153,4	157,5	161,5
14	1	151,4	0,042	139,2	143,1	147	155,8	159,7	163,6
15	1	152,6	0,041	140,7	144,5	148,3	156,8	160,6	164,4
16	1	153,0	0,040	141,2	145	148,8	157,2	161	164,7
17	1	153,1	0,040	141,4	145,1	148,9	157,3	161	164,8
18	1	153,2	0,040	141,5	145,2	149	157,4	161,1	164,9
19	1	153,4	0,040	141,8	145,5	149,3	157,6	161,3	165

cm: centímetros; L: poder en la transformación de Box-Cox; S: coeficiente de variación generalizado; M: percentil 50;

P3: percentil 3; P10: percentil 10; P25: percentil 25; P75: percentil 75; P90: percentil 90; P97: percentil 97.

asimetría más positiva, pero un coeficiente de variación más pequeño.

La información presentada en las tablas fue representada en curvas mediante percentiles³² (*Anexos 1, 2, 3 y 4 en formato electrónico*). En todos los casos, los valores mostraron un aumento creciente conforme la edad avanzaba. Se utilizó el mismo tipo de diseño de curvas de referencia que ha adoptado Noruega, Luxemburgo y Argelia.

Las curvas de referencia para las niñas también muestran la distribución en centiles de edad en la menarquia para la población ecuatoriana,

utilizando la metodología desarrollada por Lepage.³³ Esta es una herramienta para evaluar la normalidad de la tasa de maduración en las niñas.

DISCUSIÓN

En este documento, se presentan referencias de crecimiento transversal para talla, peso e IMC para la población ecuatoriana, basadas en una muestra representativa de niños, niñas y adolescentes de entre 5 y 19 años de edad. La muestra es representativa, ya que se aplicó una representación social y geográfica adecuada

TABLA 4. Peso (kg) desde los 5 a los 19 años de edad en niños. Ecuador

EDAD en años	L	M (p50)	S	p3	p10	p25	p75	p90	p97
NIÑOS									
5	-1,09	17,6	0,179	13,2	14,3	15,7	20	22,9	26,8
6	-1,01	20,1	0,178	15,1	16,4	18	22,9	26,1	30,3
7	-0,93	22,8	0,178	17	18,5	20,3	25,9	29,5	34,1
8	-0,84	25,5	0,182	18,9	20,6	22,7	29	33,1	38,2
9	-0,74	28,3	0,190	20,6	22,6	25,1	32,4	37,1	42,9
10	-0,62	31,5	0,202	22,4	24,8	27,6	36,3	41,8	48,7
11	-0,49	35,1	0,215	24,3	27,1	30,5	40,8	47,2	55,2
12	-0,37	38,9	0,222	26,4	29,6	33,6	45,4	52,5	61,2
13	-0,29	43	0,218	29,2	32,9	37,3	50	57,6	66,6
14	-0,26	47,9	0,202	33,4	37,3	41,9	55,1	62,7	71,5
15	-0,27	52,6	0,183	37,8	41,9	46,6	59,7	67,1	75,6
16	-0,3	56,1	0,167	41,5	45,6	50,2	62,9	70	78
17	-0,32	58,4	0,152	44,4	48,3	52,8	64,8	71,4	78,8
18	-0,34	59,8	0,140	46,4	50,2	54,4	65,8	71,9	78,8
19	-0,35	60,6	0,132	47,8	51,4	55,5	66,4	72,2	78,7
NIÑAS									
5	-0,91	16,9	0,176	12,6	13,7	15,1	19,1	21,7	25
6	-0,87	19,3	0,172	14,5	15,8	17,3	21,8	24,7	28,2
7	-0,84	21,7	0,171	16,3	17,7	19,4	24,5	27,6	31,6
8	-0,83	24,3	0,177	18,1	19,7	21,7	27,6	31,3	35,9
9	-0,72	27,4	0,191	19,8	21,8	24,2	31,3	35,9	41,5
10	-0,45	31,1	0,208	21,7	24,1	27,1	35,9	41,3	47,8
11	-0,15	35,4	0,216	23,8	27	30,6	41	47	53,8
12	0	39,7	0,213	26,6	30,2	34,4	45,9	52,2	59,4
13	-0,14	43,8	0,196	30,5	34,1	38,4	50	56,6	64
14	-0,37	47	0,174	34,5	37,9	41,9	53,1	59,4	66,8
15	-0,54	49,2	0,158	37,3	40,6	44,4	55	61,1	68,2
16	-0,66	50,6	0,147	39,2	42,3	45,9	56,1	62	68,8
17	-0,72	51,4	0,140	40,3	43,4	46,9	56,7	62,4	69
18	-0,76	51,8	0,137	40,9	43,9	47,4	57	62,6	69,1
19	-0,77	52	0,135	41,2	44,2	47,6	57,2	62,7	69,1

Kg: kilogramos; L: poder en la transformación de Box-Cox; S: coeficiente de variación generalizado; M: percentil 50;

P3: percentil 3; P10: percentil 10; P25: percentil 25; P75: percentil 75; P90: percentil 90; P97: percentil 97.

mediante la aplicación de un esquema de muestreo riguroso.

Los datos en los que se basan estas curvas fueron recopilados en períodos diferentes, lo cual podría considerarse una limitante del estudio. Sin embargo, un análisis estadístico comparativo de los datos de los tres períodos demostró que no existía una diferencia significativa en el patrón de crecimiento de los niños en estos grupos. Adicionalmente, hay antecedentes en la literatura científica de estudios en los cuales se fusionaron muestras poblacionales, como el publicado por

Tanner.³⁴ Por eso, se decidió fusionar los datos de los tres períodos mencionados y se obtuvo con ello una muestra más grande que permitiera estimar con mayor precisión las líneas de los percentiles. De hecho, es posible que, dentro de la población ecuatoriana, no haya una tendencia secular detectable en el período entre las tres encuestas.

Para evaluar la normalidad de la altura/peso de un niño, se necesitan datos de referencia en los que los percentiles P3 y P97 se hayan estimado con la mayor precisión posible. Son precisamente

TABLA 5. Índice de masa corporal (IMC, kg/m²) desde los 5 a los 19 años de edad en niños y niñas. Ecuador

EDAD en años	L	M (p50)	S	p3	p10	p25	p75	p90	p97
NIÑOS									
5	-3,35	15,8	0,094	13,8	14,3	15	17	18,5	20,7
6	-2,74	16,2	0,107	13,8	14,4	15,2	17,6	19,2	21,7
7	-2,23	16,6	0,119	13,8	14,5	15,4	18,1	20	22,7
8	-1,82	17	0,132	13,8	14,6	15,6	18,7	20,8	23,6
9	-1,49	17,4	0,142	13,9	14,8	15,9	19,4	21,6	24,6
10	-1,23	18	0,141	14,1	15,1	16,3	20,1	22,5	25,6
11	-1,04	18,5	0,147	14,3	15,4	16,8	20,7	23,2	26,4
12	-0,91	19	0,148	14,6	15,8	17,2	21,3	23,8	27
13	-0,81	19,5	0,147	15	16,2	17,6	21,8	24,3	27,4
14	-0,73	20	0,142	15,4	16,7	18,1	22,3	24,7	27,6
15	-0,66	20,5	0,146	15,9	17,2	18,6	22,7	25	27,8
16	-0,58	20,9	0,139	16,4	17,6	19,1	23,1	25,3	27,8
17	-0,49	21,3	0,133	16,8	18,1	19,5	23,4	25,5	27,9
18	-0,4	21,7	0,127	17,2	18,5	19,9	23,7	25,7	27,9
19	-0,31	22	0,122	17,6	18,9	20,3	23,9	25,8	27,9
NIÑAS									
5	-1,88	15,6	0,116	12,9	13,6	14,5	16,9	18,6	20,7
6	-1,65	15,9	0,121	13,1	13,9	14,7	17,4	19,1	21,2
7	-1,46	16,3	0,128	13,2	14	15	17,8	19,6	21,9
8	-1,29	16,7	0,136	13,4	14,3	15,3	18,4	20,4	22,8
9	-1,12	17,2	0,144	13,6	14,5	15,7	19,1	21,2	23,8
10	-0,96	17,8	0,130	13,8	14,9	16,1	19,8	22	24,7
11	-0,83	18,4	0,133	14,2	15,3	16,6	20,5	22,8	25,6
12	-0,75	19	0,133	14,7	15,8	17,2	21,2	23,5	26,3
13	-0,69	19,8	0,150	15,3	16,5	17,9	22	24,3	27,1
14	-0,65	20,5	0,145	15,9	17,2	18,6	22,7	25	27,7
15	-0,62	21,1	0,139	16,5	17,8	19,2	23,2	25,5	28,1
16	-0,58	21,6	0,134	17	18,3	19,8	23,7	25,9	28,3
17	-0,54	21,9	0,129	17,5	18,7	20,2	24	26,1	28,5
18	-0,5	22,2	0,124	17,8	19,1	20,5	24,2	26,3	28,5
19	-0,47	22,5	0,120	18,1	19,4	20,8	24,4	26,4	28,6

L: poder en la transformación de Box-Cox; S: coeficiente de variación generalizado; M: percentil 50; P3: percentil 3; P10: percentil 10; P25: percentil 25; P75: percentil 75; P90: percentil 90; P97: percentil 97.

estos percentiles extremos los que se utilizan para derivar a un niño para un posible examen médico adicional. El conjunto de datos en el que se basan las referencias es lo suficientemente grande y representativo de la población en estudio para garantizar la mejor estimación posible de las líneas de percentiles P3 y P97. Además, los percentiles en las curvas de referencia actuales se han estimado sobre la base de las técnicas más avanzadas, a saber, el método *LMS* desarrollado por Tim Cole.²³

Las referencias de crecimiento brindan a las autoridades información sobre el estado de crecimiento de los niños y son fundamentales para identificar grupos e individuos con riesgo de enfermedad o que requieren atención urgente.³⁵ Las curvas de crecimiento se utilizan para la detección, la vigilancia y el seguimiento de la salud de niños y adolescentes, y son adecuadas para detectar trastornos nutricionales.³⁶ Estas referencias sirven como una herramienta para el diagnóstico estático y dinámico de trastornos del crecimiento, para rastrear el crecimiento en los sistemas de vigilancia y analizar e informar datos y tendencias de crecimiento en varias poblaciones.³⁷

Las curvas de referencia, desarrolladas para la población ecuatoriana, permiten detectar a niños con su altura/peso por encima o por debajo de la "variación normal" (por lo general, se considera por encima o por debajo de P97 o P3, respectivamente). Tales curvas son una herramienta confiable solo cuando representan a la población de manera correcta, es decir, cuando los datos pueden considerarse como una muestra representativa de la población. Esta es la razón por la que las curvas de referencia basadas en la población en estudio siempre tienen un mejor desempeño que cualquier otro tipo de curvas.

Las curvas de referencia publicadas por la OMS son de gran valor como referencia global común que permite a los países situar allí el estado de crecimiento. Sin embargo, estas, difícilmente, puedan ser representativas de todas las demás poblaciones, en especial, en la pubertad y adolescencia, cuando se expresan de manera plena las diferencias influenciadas por variaciones genéticas, geográficas y socioeconómicas. Estas son muy útiles para los países que no cuentan con datos propios de crecimiento para construir curvas de referencia local.¹²

Cabe señalar algunas limitaciones de este trabajo, como el menor número de datos en las edades extremas (5 años y 19 años), lo que no

impidió lograr un buen ajuste. De hecho, según el análisis estadístico, los modelos satisfacen la presunción de normalidad después de realizar la transformación de potencia.

No existiendo, al momento, una referencia global del crecimiento para este grupo etario, estas nuevas curvas deberían ser utilizadas en la práctica clínica ecuatoriana para complementar la evaluación del crecimiento que se realiza, hasta el momento, exclusivamente con instrumentos internacionales.

CONCLUSIÓN

Las tablas y curvas producto de este estudio constituyen la primera referencia descriptiva del crecimiento de niños ecuatorianos de 5-19 años; por ende, pueden usarse como un instrumento nacional que complemente la evaluación del crecimiento y son un punto de partida para nuevas investigaciones sobre el tema en el Ecuador.

Agradecimiento

Cabe expresar nuestro agradecimiento a los más de 6000 niños, niñas y sus padres que participaron en la encuesta, las instituciones educativas y las autoridades locales de las ciudades de Tulcán, Tena, Quito y Santa Elena. También a los estudiantes de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias de la Salud Eugenio Espejo, de la UTE, por su colaboración en la recolección de mediciones antropométricas.

Finalmente, al Profesor Horacio Lejarraga, por sus contribuciones al manuscrito final. ■

REFERENCIAS

1. Lejarraga H. Consideraciones sobre el uso de tablas de crecimiento en Argentina. *Arch Argent Pediatr.* 2007; 105(6):545-51.
2. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr.* 2006; (Suppl 450):76-85.
3. Hamill PV, Drizd T, Johnson CL, Reed RB, et al. NCHS Growth Curves for children, Birth-18 years. United States. *Vital Health Stat 11.* 1977; (165):1-74.
4. De Onis M, Onvango AW, Borghi E, Sivam A, et al. Development of a WHO growth references for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007; 85(9):660-7.
5. Kulaga Z, Litwin M, Tkaczyk M, Rózdzyńska A, et al. The height-, weight-, and BMI-for-age of Polish school-aged children and adolescents relative to international and local growth references. *BMC Public Health.* 2010; 10:109.
6. Rosario AS, Schienkiewitz A, Neuhauser H. German height references for children aged 0 to under 18 years compared to WHO and CDC growth charts. *Ann Hum Biol.* 2011; 38(2):121-30.
7. Sánchez González E, Carrascosa Lezcano A, Fernández

- García JM, Ferrández Longás A, et al. Estudios españoles de crecimiento: situación actual, utilidad y recomendaciones de uso. *An Pediatr (Barc)*. 2011; 74(3):193.e1-16.
8. So HK, Nelson EA, Sung RY, Ng PC. Implications of using World Health Organization growth reference (2007) for identifying growth problems in Hong Kong children aged 6 to 18 years. *Hong Kong Med J*. 2011; 17(3):174-9.
 9. Atalah S, Loaiza S, Taibo M. Estado nutricional en escolares chilenos según la referencia NCHS y OMS 2007. *Nutr Hosp*. 2012; 27(1):1-6.
 10. Orden A, Apezteguía M. Weight and height centiles of Argentinian children and adolescents: a comparison with WHO and national growth references. *Ann Hum Biol*. 2016; 43(1):9-17.
 11. Tarupi WA, Lepage Y, Hauspie R, Félix ML, et al. Estudio transversal del crecimiento infantil y de adolescentes en Ecuador. *Rev Argent Antropol Biol*. 2019; 21(2):e006.
 12. Milani S, Buckler JM, Kelnar CHJ, Benso L, et al. The use of local reference growth charts for clinical use or a universal standard: a balanced appraisal. *J Endocrinol Invest*. 2012; 35(2):224-6.
 13. Lejarraga H, Orfila G. Estándares de peso y estatura para niñas y niños argentinos desde el nacimiento hasta la madurez. *Arch Argent Pediatr*. 1987; 85(4):209-22.
 14. López de Blanco M, Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C. Crecimiento y maduración física, bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. Madrid: Panamericana; 2013.
 15. Duran P, Merker A, Briceño G, Colón E, et al. Colombian References growth curves for height, weight, body mass index and head circumference. *Acta Paediatr*. 2016; 105(3):116-25.
 16. Wright CM, Booth IW, Buckler JMH, Cameron N, et al. Growth reference charts for use in the United Kingdom. *Arch Dis Child*. 2002; 86(1):11-4.
 17. Kagawa M, Tahara Y, Moji K, Nakao R, et al. Secular changes in growth among Japanese children over 100 years (1900-2000). *Asia Pac J Clin Nutr*. 2011; 20(2):180-9.
 18. Roelants M, Hauspie R, Hoppenbrouwers K. References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. *Ann Hum Biol*. 2009; 36(6):680-94.
 19. Monnier C, Vercauteren M, Susanne C. Estudio de crecimiento de la población escolar de Quito (Ecuador). *Antropo*. 2003; 5:9-20.
 20. Monnier C, Hauspie R, Cruz Albornoz J. Estudio del crecimiento y desarrollo de niños ecuatorianos residentes en Quito, según su origen social. *Tsafiqui*. 2011; 2(2):129-42.
 21. World Health Organization. Physical status: the use of and interpretation of anthropometry: Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO; 1995.
 22. World Health Organization. Multicentre Growth references Study Group. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height, and body mass index-for age: methods and development. Geneva: WHO; 2006.
 23. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalised likelihood. *Stat Med*. 1992; 11(10):1305-19.
 24. Cole TJ. Using the LMS method to measure skewness in the NCHS and Dutch national height standards. *Ann Hum Biol*. 1989; 16(5):407-19.
 25. Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr*. 1990; 44(1):45-60.
 26. Cole TJ. Constructing growth charts smoothed across time and space. En Hauspie R, Lindgren G, Falkner F. *Essays on Auxology presented to James Mourilyan Tanner*. UK: Castlemead; 1995. Págs.76-88.
 27. Pan H, Cole TJ. A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. *Stat Med*. 2004; 23(11):1749-65.
 28. Royston P, Wright EM. Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Stat Med*. 2000; 19(21):2943-62.
 29. Van Buuren S, Fredriks M. Worm plot: A simple diagnostic device for modelling growth reference curves. *Stat Med*. 2001; 20(8):1259-77.
 30. Healy M, Rasbash J, Yang M. Distribution-free estimation of age-related centiles. *Ann Hum Biol*. 1988; 15(1):17-22.
 31. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. [Acceso: 9 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.R-project.org/>.
 32. Lejarraga H. ¿Qué son los percentilos? *Rev Hosp Niños (B Aires)*. 1974; 16(63):45-7.
 33. Lepage Y, Tarupi W, Campbell J, Monnier C, et al. Edad de la menarquia en Ecuador. *Antropo*. 2014; 31:1-8.
 34. Tanner J, Whitehouse R, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children, 1965. II. *Arch Dis Child*. 1966; 41(220):613-35.
 35. De Onis M, Garza C, Victoria CG, Onyango AW, et al. The WHO Multicentre Growth References Study: Planning, study design, and methodology. *Food Nutr Bull*. 2004; 25(1 Suppl.):S15-26.
 36. Fayter D, Nixon J, Hartley S, Rithalia A, et al. Effectiveness and cost-effectiveness of height-screening programmes during the primary school years: a systematic review. *Arch Dis Child*. 2008; 93(4):278-84.
 37. De Onis M, Garza C, Victoria CG, Bhan MK, et al. The WHO Multicentre Growth Reference Study: Rationale, planning, and implementation. *Food Nutr Bull*. 2004; 25(Suppl 1):S3-89.

ANEXO 1. Ecuador, estatura y peso por edad, de 5 a 19 años. NIÑAS

Curva de crecimiento de niñas (5-19 años), Ecuador, 2014 ULB, VUB & UTE © 2014

Université Libre de Bruxelles (ULB), Vrije Universiteit Brussel (VUB), Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito (UTE)

* Estatura media parental (EMP) = (estatura del padre + madre - 13)/2; rango genético = EPM ± 9 cm

ANEXO 2. Ecuador, índice de masa corporal, de 5 a 19 años. NIÑAS

Curva de crecimiento de niñas (5-19 años), Ecuador, 2014 ULB, VUB & UTE © 2014

Normas de estatura y peso⁽¹⁾

C. Monnier, M. Roelants, W. Tarupi, Y. Lepage, R. Hauspie, J. Campbell, M.L. Félix, R. Hidalgo y M. Vercauteren.

Las curvas adjuntas trazan el crecimiento de la estatura y del peso de un grupo de más de 6000 niños y niñas ecuatorianas de edades situadas en 5 y 19 años. Las encuestas biométricas, de tipo transversal, fueron realizadas en Quito (1999, 2007, 2009 y 2011), Santa Elena (2011), Tulcán (2012) y Tena (2012) a alumnos y alumnas de escuelas públicas y privadas.⁽²⁾ Los niños y niñas medidos pertenecen a diferentes grupos socio-económicos. El nivel de estudios y actividades profesionales de los padres reflejan la diversidad de las poblaciones ecuatorianas.

Lectura de los gráficos: Las curvas expresan la distribución de una medida en un grupo de niños y permiten visualizar la posición de un individuo en el seno de este grupo. Por encima del percentil 50 –que corresponde a la mediana– ubica 50 % del grupo por debajo y 50 % por encima. Por ejemplo: el percentil 10 representa, para cada edad, el valor bajo el cual se sitúan 10 % de la población. Los individuos que se encuentran fuera de los percentiles 2,5 y 97,5 se apartan de más de 2 desviaciones estándar de la mediana. Se recomienda vigilar a estos niños o niñas, ya que corren el riesgo de tener un desarrollo patológico, al igual que los individuos que desvían su curva de crecimiento antes de la pubertad.

Técnica de medida: Peso. El niño es pesado con una prenda interior ligera, sin zapatos. **Estatura.** El niño debe mantenerse en pie, la espalda contra el tallímetro, recto pero no en posición rígida; los talones deben estar juntos; los brazos y las manos deben colgar a lo largo del cuerpo. El cuello no debe estar encurvado; la mirada debe ser horizontal. Se debe descender la parte móvil del tallímetro sobre el vértex (la cumbre del cráneo), sin ser presionada. **IMC** (índice de masa corporal). La masa o peso (en kilogramos) dividido por el cuadrado de la estatura (en metros), kilogramos/metros.⁽²⁾

⁽¹⁾ Proyecto realizado con la colaboración de: Universidad Libre de Bruxelles (ULB), Vrije Universiteit Brussel (VUB) y Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE Quito) y un programa CUD.

⁽²⁾ La recolección de información fue realizada por: C. Monnier, Y. Lepage, G. Pierard, A. Lepage, C. Reynaerts, J. Cruz-Albornoz (logística), R. Buitron, W. Tarupi, J. Campbell; y los estudiantes del quinto y sexto semestre académico 2011-2012 de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias de la Salud Eugenio Espejo.

ANEXO 3. Ecuador, estatura y peso por edad, de 5 a 19 años. NIÑOS

Curva de crecimiento de niños (5-19 años), Ecuador, 2014 ULB, VUB & UTE © 2014

Université Libre de Bruxelles (ULB), Vrije Universiteit Brussel (VUB), Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito (UTE)

* Estatura media parental (EMP) = (estatura del padre + madre - 13)/2; rango genético = EPM ± 9 cm

ANEXO 4. Ecuador, índice de masa corporal, de 5 a 19 años. NIÑOS

Curva de crecimiento de niñas (5-19 años), Ecuador, 2014 ULB, VUB & UTE © 2014

Normas de estatura y peso⁽¹⁾

C. Monnier, M. Roelants, W. Tarupi, Y. Lepage, R. Hauspie, J. Campbell, M.L. Félix, R. Hidalgo y M. Vercauteren.

Las curvas adjuntas trazan el crecimiento de la estatura y del peso de un grupo de más de 6000 niños y niñas ecuatorianas de edades situadas en 5 y 19 años. Las encuestas biométricas, de tipo transversal, fueron realizadas en Quito (1999, 2007, 2009 y 2011), Santa Elena (2011), Tulcán (2012) y Tena (2012) a alumnos y alumnas de escuelas públicas y privadas.⁽²⁾ Los niños y niñas medidos pertenecen a diferentes grupos socio-económicos. El nivel de estudios y actividades profesionales de los padres reflejan la diversidad de las poblaciones ecuatorianas.

Lectura de los gráficos: Las curvas expresan la distribución de una medida en un grupo de niños y permiten visualizar la posición de un individuo en el seno de este grupo. Por encima del percentil 50 –que corresponde a la mediana– ubica 50 % del grupo por debajo y 50 % por encima. Por ejemplo: el percentil 10 representa, para cada edad, el valor bajo el cual se sitúan 10 % de la población. Los individuos que se encuentran fuera de los percentiles 2,5 y 97,5 se apartan de más de 2 desviaciones estándar de la mediana. Se recomienda vigilar a estos niños o niñas, ya que corren el riesgo de tener un desarrollo patológico, al igual que los individuos que desvían su curva de crecimiento antes de la pubertad.

Técnica de medida: Peso. El niño es pesado con una prenda interior ligera, sin zapatos. **Estatura.** El niño debe mantenerse en pie, la espalda contra el tallímetro, recto pero no en posición rígida; los talones deben estar juntos; los brazos y las manos deben colgar a lo largo del cuerpo. El cuello no debe estar encurvado; la mirada debe ser horizontal. Se debe descender la parte móvil del tallímetro sobre el vértex (la cumbre del cráneo), sin ser presionada. **IMC** (índice de masa corporal). La masa o peso (en kilogramos) dividido por el cuadrado de la estatura (en metros), kilogramos/metros.⁽²⁾

⁽¹⁾ Proyecto realizado con la colaboración de: Universidad Libre de Bruxelles (ULB), Vrije Universiteit Brussel (VUB) y Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE Quito) y un programa CUD.

⁽²⁾ La recolección de información fue realizada por: C. Monnier, Y. Lepage, G. Pierard, A. Lepage, C. Reynaerts, J. Cruz-Albornoz (logística), R. Buitron, W. Tarupi, J. Campbell; y los estudiantes del quinto y sexto semestre académico 2011-2012 de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias de la Salud Eugenio Espejo.