

## Nuevos datos sobre el crecimiento de los adolescentes vizcaínos

BILBAO L, FERNÁNDEZ-LÓPEZ JR,  
SALCES I Y REBATO E

*Rev. Esp. Antrop. Fís.* (2003/4) **24**: 35-47

Aceptado: 24 enero 2005

Departamento de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. Apdo. 644, 48080 Bilbao (España). ggpreoce@lg.ehu.es

*Palabras clave:* crecimiento, adolescentes, estatura, peso, IMC, Modelo I de Preece-Baines, método LMS, provincia de Bizkaia

---

Se presentan las curvas percentilares para la estatura, el peso y el índice de masa corporal (IMC) de 1.538 escolares de ambos sexos, de entre 8 y 19 años, residentes en la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia). La estatura ha sido ajustada mediante el modelo I de Preece Baines (Preece y Baines, 1978) y los percentiles se han obtenido mediante la combinación de este modelo con el método LMS (Cole, 1988). Los percentiles para el peso y el IMC se han obtenido utilizando el método LMS. Las estaturas finales han sido de 174,06 cm para los chicos y de 162,29 cm para las chicas. El crecimiento de los chicos parece afectado por los problemas socioeconómicos derivados de la crisis industrial de la zona, ya que muestran una disminución de la talla y un retraso de la edad al PHV respecto a estudios previos. El impacto ambiental no parece haber tenido la misma repercusión sobre el fenotipo femenino, pues las chicas tienen tallas similares e incluso superiores a estudios anteriores y muestran un adelanto en la edad al PHV.

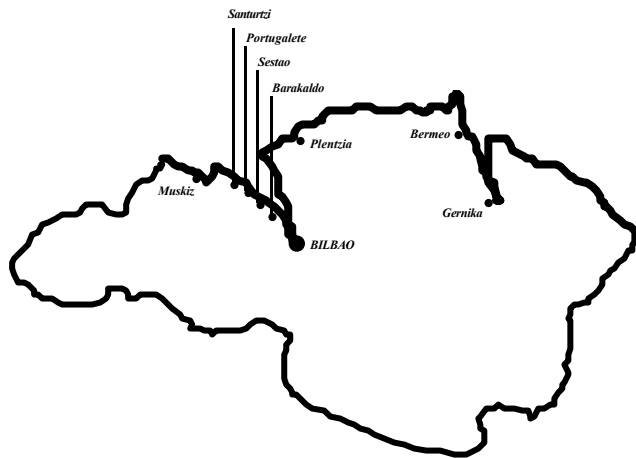
© 2004 Sociedad Española de Antropología Física

---

### Introducción

Los estudios de crecimiento poseen en general un notable interés desde el punto de vista epidemiológico, como indicadores sensibles del estado nutricional y nivel de salud de los individuos y poblaciones, tal y como ha sido manifestado por numerosos organismos internacionales como la O.M.S. (1995). Estos estudios constituyen uno de los campos tradicionales de la Antropología Física ya que contribuyen al conocimiento de la plasticidad de las poblaciones humanas como respuesta a las condiciones mesológicas y reflejan las interacciones entre el potencial genético y el ambiente (Hauspie, 2003). Aunque los estudios de crecimiento con finalidad clínica suelen ser de tipo longitudinal, puesto que reflejan de forma precisa los cambios individuales, los estudios transversales describen mejor la varianza poblacional y son apropiados no solo en Antropología sino también en Pediatría para construir curvas de referencia de tipo nacional o local. Estos diseños, basados en grandes muestras de población, presentan ventajas respecto al consumo de tiempo aunque han de repetirse de forma periódica, ya que son sensibles a los cambios ambientales experimentados en espacios cortos de tiempo por cada población y permiten analizar los cambios seculares (Vercauteren, 2003).

Desde finales de los años 80, el Laboratorio de Antropología de la Universidad del País Vasco-EHU ha realizado diferentes encuestas de crecimiento transversal en los niños y adolescentes residentes en la provincia de Bizkaia: periodos 1988-91, 1992-95 y 1996-98. Mientras que las dos primeras campañas se centraron en el medio rural costero (Rosique, 1992) y en el núcleo urbano de Bilbao (González-Apraiz, 1997), capital de la provincia, la tercera campaña se llevó a cabo en diversas localidades de la aglomeración industrial situada en la margen izquierda del río del Nervión (Figura 1), que forman un cuerpo continuo de 14 km. de longitud desde Bilbao



**Figura 1.** Mapa de Bizkaia en el que se muestran las distintas localidades de recogida de los datos (Margen izquierda del Nervión): Barakaldo, Sestao, Portugalete, Santurtzi y Muskiz. Las otras localidades señaladas corresponden a las zonas de muestreo de dos estudios previos realizados en la provincia.

hasta el puerto exterior del Abra, donde la ría desemboca en el mar Cantábrico. Estas localidades sufrieron grandes transformaciones a partir de la segunda mitad del siglo XIX coincidiendo con el inicio del proceso industrial español (muy intenso en Bizkaia debido a la industria metalúrgica) y acogieron grandes oleadas de inmigrantes de toda España. Desde los años 70 han sufrido un notable retroceso económico y elevadas tasas de paro debido a la crisis industrial de esa década y la siguiente, si bien comienzan a observarse ciertos indicios de recuperación (EUSTAT, 2003).

Algunos datos de esta tercera encuesta sobre crecimiento han sido publicados de forma parcial (Rebato et al., 1999, 2002, San Martín et al., 2000). Aquí se presentan las curvas percentilares (P3 a P97) correspondientes a la estatura, peso e índice de masa corporal (IMC), para chicos y chicas en el periodo comprendido entre los 8 y 19 años, así como las curvas de pseudo-velocidad para la estatura, junto con una serie de parámetros de interés biológico, y se discuten los resultados comparándolos con los datos de las investigaciones realizadas anteriormente en la provincia.

### Material y métodos

La muestra está formada por 1.538 escolares de ambos sexos (731 chicos y 807 chicas), con edades comprendidas entre 8 y 19 años, procedentes de diversos centros de enseñanza pública de Barakaldo, Sestao, Portugalete, Santurtzi y Muskiz, localidades situadas en la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia) (Figura 1). Las edades (edades decimales) siguen la notación de 8<sup>r</sup>, 9<sup>r</sup>, lo que indica que cada clase de edad comprende a los individuos de 8,0 a 8,999 años, de 9,0 a 9,999 años, etc.; por ello, la marca de clase es de 8,5 años, 9,5 años, etc. La estatura y el peso se han medido siguiendo los criterios del Programa Biológico Internacional (IBP, Weiner y Lourie 1981) y el índice de masa corporal (IMC) ha sido calculado como peso (kg)/estatura (m<sup>2</sup>). La metodología de recogida de datos ha sido transversal y todos los individuos dieron su consentimiento informado a través de sus padres y/o de sus tutores.

Una vez depurados los datos, eliminando extremos y valores “imposibles”, se han obtenido diversos estadísticos descriptivos, tanto centrales como de dispersión (media, error estándar de la media y desviación típica), para las tres variables estudiadas. La normalidad de la distribución de los datos, para cada clase de edad y sexo, se ha estudiado mediante el test de Kolmogorov-Smirnov (k-s). Además, el test k-s para dos muestras se ha utilizado para analizar el dimorfismo sexual de las tres variables, usando para ello las distribuciones del percentil 50. La estatura ha sido ajustada mediante el modelo I de Preece Baines (Preece y Baines, 1978) a partir de los datos individuales y los percentiles se han obtenido mediante la combinación de este modelo con el método LMS (Cole, 1988, Cole y Green, 1992). Las curvas percentilares para el peso e IMC se

han obtenido usando el método LMS. A continuación se describe de forma más detallada la metodología utilizada.

**Ajustes matemáticos (estatura) y obtención de percentiles para las tres variables**

*Modelo I de Preece-Baines o PB1*

(determinación de parámetros biológicos y curvas de velocidad estatural)

El modelo PB1 es una función representada por 5 parámetros:

$$h(t) = H_1 - \frac{2(H_1 - H_0)}{\rho^{S_0(t-q)} + \rho^{S_1(t-q)}}$$

donde  $H_1$  es la talla adulta,  $\theta$  es una función del estirón del crecimiento puberal a lo largo del eje temporal,  $H_0$  es el tamaño a la edad  $\theta$  y  $S_0$  y  $S_1$  están relacionados con las velocidades prepube-ral y puberal, respectivamente. La bondad del ajuste se ha comprobado mediante dos criterios complementarios: i) la obtención de la suma de cuadrados residuales (RSS) o su equivalente estandarizado, es decir, el error típico de la estima (SEE); ii) mediante la ejecución de un test RUNS sobre los residuos (Siegel, 1956).

En el caso de la estatura, el PB1 permite realizar una buena estimación de las tendencias cen-trales, es decir, de la talla media para cada edad. De este modelo se deriva directamente el pará-metro  $h$  (único parámetro con interpretación biológica directa) que es la estatura media poblacional (talla adulta). La obtención de este parámetro sirve para estudiar la posible existen-cia de tendencias seculares (“secular trend”) en la población. A partir de la primera derivada de la función PB1 se han obtenido las curvas de velocidad de crecimiento para la estatura. Puesto que se trata de datos transversales, los resultados obtenidos no se corresponden con veloci-dades de crecimiento individual: se trata pues de una curva de pseudo-velocidad. Los parámetros biológicos derivados del modelo ajustado representan directamente las características de la forma de la curva de velocidad y son: la estatura adulta (cm), la edad al inicio del estirón del crecimiento puberal (años), la estatura al inicio del estirón (cm), la velocidad al inicio del estirón (cm/año), la edad en el pico del estirón puberal “PHV” (años) y la velocidad en el pico del estirón (cm/año).

*Método LMS*

Este método ha sido utilizado para la obtención de los percentiles (desde el P3 al P97, excep-to el P50 de la estatura que se obtuvo mediante el PB1) y de las de las curvas percentilares sua-vizadas de las tres variables objeto de estudio, para cada clase de edad y sexo. En el caso de la estatura se ha empleado la combinación del método LMS y del ajuste mediante PB1 (ver si-guiente apartado). La ecuación que expresa la estimación de los percentiles en función de la edad ( $T_j$ ) es:

$$C_{100}(T_j) = M(T_j) (1 + L(T_j)S(T_j)Z_\alpha)^{1/L(T_j)}$$

$$L(T_j) \neq 0$$

donde  $L$  es el valor requerido para estimar el sesgo de la muestra,  $M$  es el valor de la media,  $S$  es el coeficiente de variación y  $Z_\alpha$  se corresponde con la desviación equivalente normal (Cole, 1989a, b). Este método fue diseñado para normalizar datos modelizando:

1. Curva Box-Cox (Curva  $L$  o lambda)
2. Media (Curva  $M$  o mu)
3. Coeficiente de variación (Curva  $S$  o sigma)

Los parámetros L, M y S son “esplines cúbicos” naturales con nudos de unión a cada edad  $T_j$ , y se estiman por máxima verosimilitud penalizada. La complejidad de cada “esplín” se mide utilizando sus grados de libertad equivalentes (edf). La bondad del ajuste para el método LMS se ha comprobado utilizando un test  $\chi^2$ , ya que este test examina si el número de puntos de datos entre líneas percentilares se corresponde con el número de puntos esperado. El ajuste se realizó mediante un programa escrito en FORTRAN 77 (Cole y Green, 1992) y se consideraron aquellos ajustes que presentaban los valores de  $\chi^2$  más bajos.

#### *Método combinado PBI-LMS*

En el caso de la estatura, tras obtener la curva central, se calcularon los residuos para todos los datos como la diferencia entre los valores observados y los esperados frente a la curva central, para cada edad y sexo. El resultado es un patrón de variación de la talla con la edad. Los valores centrales del PBI y los valores estimados para los residuos con el método LMS se sumaron para estimar, simultáneamente, el grupo de líneas percentilares.

### **Resultados**

#### *Variabilidad antropométrica*

En la Tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos para la estatura, peso e IMC en función del sexo y la edad. La clase 18<sup>+</sup> incluye también a los individuos 19<sup>+</sup>. Todas las variables aumentan con la edad y se distribuyen normalmente en cada grupo de edad (test k-s no significativo). En general, los chicos son más altos y pesan más que las chicas, excepto entre los 10 y 12 años para la estatura, y entre los 10 y 13 años para el peso. El IMC de las chicas es en general más alto a todas las edades, excepto a los 10, 16 y 17 años.

#### *Crecimiento estatural (curvas de pseudovelocidad y parámetros derivados del modelo PBI)*

En la Tabla 2 se muestran los parámetros del modelo PBI y los parámetros biológicos obtenidos a partir de su primera derivada, la suma de cuadrados residuales (RSS), el error típico de la estima (SEE) y el test de los RUNS para la muestra de población estudiada. El ajuste puede considerarse satisfactorio ya que el test de los RUNS no ha sido significativo, si bien el valor de RSS ha sido bastante más elevado en las chicas. Las estaturas medias poblacionales (adultas) han sido de 174,06 cm para los chicos y de 162,29 cm para las chicas. La edad al inicio del estirón puberal muestra un retraso de 2,34 años entre los chicos (11,30 años) y las chicas (8,96 años), mientras que en la edad al pico del estirón puberal o PHV el retraso es de 3,05 años (14,13 años para los chicos y 11,08 años para las chicas). La velocidad de crecimiento durante el pico del estirón es superior en los chicos respecto a las chicas (7,49 cm/año vs. 6,18 cm/año). En ambos sexos, el modelo PBI ha estimado unas tallas finales algo superiores (+0,66 cm y +0,46 cm en chicos y chicas, respectivamente) a las de los datos medios por edad sin ajustar (Tabla 1). La Figura 2 representa las curvas de pseudo-velocidad para cada sexo, las cuales reflejan claramente el dimorfismo sexual en el patrón de crecimiento estatural.

#### *Percentiles para la estatura, peso e IMC*

En las Tablas 3, 4 y 5 se muestran los valores percentilares suavizados (desde el P3 al P97) para la estatura, peso e IMC, con sus valores derivados para la L de Box-Cox, la media M y el coeficiente de variación S, en chicos y chicas en función de la edad. En este caso, las edades se han representado por las marcas de clase (desde 8,5 a 19,5 años) y se han considerado a los individuos de 18 y 19 años por separado. Las representaciones gráficas de estos percentiles se muestran en las Figuras 3, 4 y 5.

*Crecimiento de los adolescentes vizcaínos*

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos para la estatura, peso e índice de masa corporal (IMC) según la clase de edad, en chicos y chicas de la Margen izquierda. n, número de individuos; m, media; es, error estándar de la media; s, desviación típica

		CHICOS								
		ESTATURA			PESO			IMC		
Edad(años)	n	m	e.s	s	m	e.s	s	m	e.s	s
8+	60	130,36	0,77	5,98	31,82	0,80	6,17	18,63	0,36	2,82
9+	75	136,44	0,70	6,07	35,38	0,81	6,97	18,89	0,33	2,82
10+	59	140,91	0,85	6,51	38,52	0,98	7,49	19,32	0,40	3,07
11+	54	146,32	1,00	7,37	41,08	0,97	7,13	19,08	0,30	2,23
12+	69	151,50	1,03	8,59	44,40	1,01	8,42	19,23	0,31	2,56
13+	66	156,83	1,21	9,81	48,80	1,16	9,39	19,71	0,30	2,47
14+	67	164,20	1,21	9,90	57,98	1,28	10,46	21,38	0,32	2,58
15+	100	169,62	0,67	6,71	62,59	1,06	10,60	21,66	0,28	2,77
16+	78	173,99	0,85	7,52	67,14	1,03	9,09	22,14	0,27	2,39
17+	57	173,28	0,94	7,09	67,62	1,22	9,21	22,51	0,36	2,71
18+	46	173,40	0,97	6,59	68,24	1,37	9,32	22,66	0,38	2,57

		CHICAS								
		ESTATURA			PESO			IMC		
Edad(años)	n	m	e.s	s	m	e.s	s	m	e.s	s
8+	62	129,64	0,86	6,73	31,50	0,77	6,04	18,63	0,33	2,58
9+	72	134,60	0,80	6,83	34,51	0,86	7,29	18,90	0,33	2,82
10+	68	141,08	0,85	6,97	38,59	0,98	8,12	19,24	0,35	2,86
11+	57	147,41	1,02	7,67	44,07	1,25	9,46	20,13	0,42	3,15
12+	69	152,23	0,92	7,61	47,19	1,07	8,88	20,28	0,37	3,10
13+	59	155,45	0,76	5,84	52,72	1,22	9,39	21,74	0,44	3,35
14+	94	160,67	0,67	6,46	56,32	0,77	7,48	21,83	0,28	2,72
15+	126	160,85	0,55	6,16	56,19	0,64	7,22	21,72	0,23	2,59
16+	99	162,61	0,63	6,24	56,94	0,69	6,89	21,51	0,21	2,10
17+	61	161,35	0,80	6,23	55,73	0,83	6,47	21,42	0,30	2,35
18+	40	161,83	1,06	6,71	60,40	1,32	8,37	23,04	0,44	2,77

Los valores del P50 para la estatura (tabla 3) indican una mayor talla de los chicos a lo largo del periodo de crecimiento considerado, excepto entre los 11,5 y 12,5 años donde las chicas son algo más altas, coincidiendo con el pico de estirón puberal de estas últimas. En cuanto al P50 para el peso, con la excepción del periodo comprendido entre los 10,5 y 13,5 años de edad, los chicos también tienen mayores valores de masa corporal (tabla 4). Respecto al IMC, las chicas muestran valores más altos del P50 desde los 8,5 a los 15,5 años, mientras que en los chicos los valores son mayores a partir de los 16,5 años de edad (tabla 5). El dimorfismo sexual ha sido muy significativo para la estatura y el peso ( $p < 0,001$ ), pero no para el IMC ( $p = 0,509$ ).

**Discusión**

La variable que mejor describe el crecimiento es sin duda la estatura. El modelo PB1 se ha generalizado en su uso para el ajuste de los datos transversales de estatura y se adapta muy bien al rango de edades considerado en este estudio. Este modelo ya había sido usado por nuestro equipo para ajustar datos de otras muestras transversales y semi-longitudinales de la provincia de Bizkaia y de otras muestras españolas (Rebato et al., 1993, Rosique y Rebato, 1995, Rosique et al., 2001). Los resultados de los ajustes realizados en la muestra de la Margen izquierda difieren según el sexo, ya que la menor varianza residual se ha obtenido en los chicos, por la menor dispersión de la nube de puntos. Este hecho depende probablemente de la mayor

variabilidad de la velocidad de crecimiento entre las chicas, lo que puede condicionar la bondad del ajuste (Zemel y Johnston, 1994). Estas diferencias en la calidad del ajuste han sido también señaladas por Rosique (1992) y González-Appraiz (1997), aunque en este caso eran los chicos los que mostraban una mayor dispersión. A este respecto, hay que señalar que en este trabajo se ha modelizado toda la nube de puntos, mientras que en los trabajos previos se ajustaron las medias; ambos métodos son válidos pero podrían hacer variar algo los resultados.

Uno de los principales objetivos del ajuste de curvas mediante el PBI es la estimación de parámetros biológicos, tanto para realizar comparaciones poblacionales como de dimorfismo sexual. Desde el punto de vista biológico, la edad al PHV es uno de los parámetros más importantes y puede tomarse como definición clínica del momento de la pubertad (Kalberg et al., 1992). Además, la comparación del PHV entre chicos y chicas pone de manifiesto el retraso de la maduración masculina, una de las características más notables del dimorfismo sexual en la aparición de la pubertad (Rosique, 1992). En el presente estudio el sexo masculino posee una pubertad mucho más tardía que el femenino, con un desfase de unos 3 años, más elevado que el señalado en las otras dos muestras vizcaínas estudiadas con anterioridad: 1,42 y 2,54 años, para la Costa y Bilbao, respectivamente. Algunos autores han señalado que cuanto más tarde se produce el PHV mayor puede ser el incremento estatural en edades posteriores, incluso con incrementos notables después de los 18 años en los varones (Roche, 1989). Por eso, es posible que no nos encontremos ante la talla final masculina, si bien el modelo usado es un buen predictor de la talla adulta, es decir, de la asíntota y cese consecuente del crecimiento. La velocidad de crecimiento estimada en los chicos a las edades 18<sup>+</sup>-19<sup>+</sup>, ha sido de 0,10 cm/año, es decir, aún no ha llegado a hacerse cero, pero es lo suficientemente pequeña como para que la estatura final predicha por el modelo no aumente notablemente en años posteriores.

Según los datos obtenidos del PBI, la estatura final de los chicos de la Margen izquierda (174,06 cm) es algo inferior a la de los dos estudios precedentes (175,52 cm para la Costa y 175,48 cm para Bilbao), lo que indica un estancamiento en la talla media e incluso un ligero retroceso de aproximadamente 1,5 cm en estos últimos 10 años. Asimismo, la edad al PHV de estos niños (14,13 años) se encuentra retrasada respecto a las de las otras dos muestras de la provincia (13,33 años para la Costa y 12,85 para Bilbao), por lo que la curva de pseudo-velocidad está desplazada hacia la derecha. Esto estaría indicando una tendencia secular negativa. Podemos achacar esta discrepancia, por una parte, al tipo de modelización realizada, ya que, como se ha señalado anteriormente, en este trabajo se han usado los datos individuales y en los otros dos casos se ha partido de las medias estaturales, pero, sobre todo, al efecto que sobre el sexo masculino ha podido tener el proceso de retroceso industrial de la zona, que ha

**Tabla 2.** Parámetros del modelo PBI para la estatura de los chicos y chicas de la Margen izquierda y parámetros biológicos derivados del modelo ajustado. RSS: suma de cuadrados residuales; SEE: error estándar de la estimación; test de los RUNS; ns: no significativo

<b>Parámetros del modelo PBI</b>	<b>Chicos</b>	<b>Chicas</b>
H1	174,06	162,29
H0	164,77	152,19
S0	0,14	0,14
S1	1,39	0,92
$\theta$	14,55	12,43
RSS	2,51	5,05
SEE	1,59	2,25
RUNS	ns	ns

<b>Variables biológicas derivadas</b>	<b>Chicos</b>	<b>Chicas</b>
Estatura adulta (cm)	174,06	162,29
Edad al inicio del estirón (años)	11,30	8,96
Estatura al inicio del estirón (cm)	145,27	131,49
Velocidad al inicio del estirón (cm/año)	4,64	5,81
Edad al pico del estirón (años)	14,13	11,08
Velocidad al pico del estirón (cm/año)	7,49	6,18

*Crecimiento de los adolescentes vizcaínos*

**Tabla 3.** Valores centilares suavizados de la estatura (cm) obtenidos mediante el método combinado PB1-LMS, así como los valores LMS derivados para la L de Box-Cox, la media M y el coeficiente de variación S, para chicos y chicas de la Margen izquierda

CHICOS										
Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
8,5	1,33	130,41	0,30	112,76	119,44	125,18	130,41	135,30	139,93	144,37
9,5	1,33	136,21	0,30	118,53	125,23	130,97	136,21	141,10	145,74	150,18
10,5	1,33	141,41	0,30	123,67	130,39	136,16	141,41	146,33	150,99	155,45
11,5	1,33	146,31	0,30	128,43	135,20	141,01	146,31	151,26	155,96	160,45
12,5	1,33	151,31	0,30	133,31	140,13	145,98	151,31	156,30	161,02	165,54
13,5	1,33	157,25	0,30	139,21	146,04	151,91	157,25	162,25	166,99	171,52
14,5	1,33	164,38	0,30	146,36	153,18	159,04	164,38	169,37	174,10	178,63
15,5	1,33	170,34	0,30	152,39	159,19	165,02	170,34	175,31	180,02	184,53
16,5	1,33	173,23	0,30	155,37	162,13	167,94	173,23	178,18	182,87	187,35
17,5	1,33	174,08	0,30	156,32	163,05	168,82	174,08	179,00	183,66	188,12
18,5	1,33	174,23	0,30	156,56	163,25	169,00	174,23	179,12	183,76	188,20
19,5	1,33	174,53	0,30	156,71	163,46	169,26	174,53	179,47	184,15	188,62

CHICAS										
Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
8,5	0,98	128,89	0,31	116,07	120,32	124,59	128,89	133,19	137,51	141,85
9,5	0,98	134,51	0,31	121,67	125,93	130,21	134,51	138,83	143,16	147,50
10,5	0,98	131,70	0,31	127,44	131,71	136,00	140,32	144,64	148,98	153,33
11,5	0,98	146,34	0,31	133,44	137,72	142,02	146,34	150,67	155,01	159,37
12,5	0,98	152,06	0,31	139,18	143,45	147,75	152,06	156,39	160,73	165,09
13,5	0,98	156,60	0,31	143,74	148,01	152,30	156,60	160,93	165,26	169,61
14,5	0,98	159,51	0,31	146,66	150,92	155,21	159,51	163,83	168,16	172,50
15,5	0,98	161,02	0,31	148,20	152,45	156,72	161,02	165,32	169,65	173,98
16,5	0,98	161,69	0,31	148,90	153,14	157,40	161,69	165,99	170,30	174,62
17,5	0,98	161,93	0,31	149,18	153,40	157,66	161,93	166,21	170,51	174,82
18,5	0,98	161,96	0,31	149,27	153,48	157,71	161,96	166,22	170,50	174,79
19,5	0,98	162,12	0,31	149,38	153,61	157,85	162,12	166,40	170,69	175,00

podido producir diferencias en el nivel socioeconómico (poder adquisitivo, calidad de vida) de las muestras comparadas. Así, aunque los datos sobre la profesión y nivel de estudios de los padres nos hacen pensar en una clase social de tipo “medio” para los individuos que componen los tres grupos vizcaínos, las tasas de paro y la degradación medioambiental han sido más notables en las localidades de la Margen izquierda en comparación, por ejemplo, con la capital o con la zona costera (medio semi-rural, con otro tipo de economía).

Esta observación se basa no solo en los informes estadísticos consultados (EUSTAT, 2003), sino en los análisis preliminares realizados sobre los datos socioeconómicos de la muestra estudiada, y su comparación con los de las otras muestras vizcaínas, que revelan ciertas diferencias en la composición socioeconómica y laboral de los tres grupos (por ejemplo, discrepancias en el porcentaje de obreros no especializados, en las categorías de amas de casa, o en los niveles de estudios, entre otros), por lo que habría quizá que matizar la denominación de “clase media” para las tres muestras que no serían estrictamente equiparables. Igualmente, podríamos aludir a la distinta composición “genética” de la muestras, en el sentido de una gran proporción de individuos de origen vizcaíno (los 2 padres y los 4 abuelos) en la muestra de La Costa y mayor proporción de inmigrantes en las dos muestras urbanas, principalmente en la de la Margen izquierda. Estos datos y su posible impacto en función del sexo y de la edad deberán ser analizados en profundidad en trabajos posteriores.

**Tabla 4.** Valores centilares suavizados del peso (kg) obtenidos mediante el método LMS, con sus valores derivados para la L de Box-Cox, la media M y el coeficiente de variación S, para chicos y chicas de la Margen izquierda

CHICOS										
Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
8,5	-0,92	30,89	0,19	22,45	24,72	27,48	30,89	35,22	40,88	48,59
9,5	-0,67	33,93	0,19	24,36	26,99	30,13	33,93	38,60	44,45	51,95
10,5	-0,42	36,93	0,18	26,18	29,20	32,75	36,93	41,91	47,90	55,19
11,5	-0,18	40,29	0,18	28,23	31,70	35,69	40,29	45,59	51,75	58,91
12,5	0,02	44,44	0,18	30,89	34,88	39,38	44,44	50,14	56,56	63,79
13,5	0,15	49,62	0,18	34,46	39,00	44,04	49,62	55,79	62,60	70,11
14,5	0,21	55,40	0,17	38,80	43,82	49,34	55,40	62,03	69,26	77,15
15,5	0,23	60,62	0,16	43,14	48,46	54,28	60,62	67,52	75,00	83,11
16,5	0,24	64,46	0,15	46,76	52,18	58,07	64,46	71,37	78,83	86,87
17,5	0,24	66,98	0,15	49,56	54,92	60,73	66,98	73,72	80,97	88,74
18,5	0,23	68,79	0,14	51,86	57,10	62,74	68,79	75,29	82,26	89,71
19,5	0,14	74,50	0,11	59,16	63,94	69,04	74,50	80,31	86,51	93,12

CHICAS										
Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
8,5	-0,12	30,15	0,21	20,08	22,95	26,28	30,15	34,69	39,99	46,22
9,5	-0,14	33,87	0,20	22,95	26,07	29,68	33,87	38,74	44,43	51,09
10,5	-0,04	46,17	0,17	26,14	29,53	33,44	37,94	43,14	49,16	56,15
11,5	-0,10	42,36	0,18	29,67	33,36	37,57	42,36	47,84	54,12	61,32
12,5	-0,07	46,79	0,17	33,40	37,34	41,78	46,79	52,46	58,87	66,13
13,5	-0,07	50,79	0,16	37,08	41,15	45,70	50,79	56,50	62,90	70,09
14,5	-0,09	53,81	0,15	40,22	44,28	48,80	53,81	59,40	65,63	72,58
15,5	-0,09	55,59	0,14	42,40	46,37	50,75	55,59	60,95	66,87	73,42
16,5	-0,06	56,54	0,13	43,73	47,62	51,88	56,54	61,64	67,24	73,38
17,5	0,01	57,25	0,12	44,66	48,52	52,70	57,25	62,18	67,53	73,34
18,5	0,09	58,04	0,12	45,49	49,37	53,54	58,04	62,88	68,08	73,66
19,5	0,45	63,71	0,11	50,53	54,74	59,13	63,71	68,48	73,44	78,59

Lo anteriormente comentado para los chicos no se observa, sin embargo, en las chicas. Así, la talla media adulta estimada en las chicas de la Margen izquierda (162,29 cm) es 1,38 cm superior a la de las chicas de la Costa (160,91 cm), aunque similar a la de las de Bilbao (162,32 cm): la diferencia es de 0,03 cm a favor de estas últimas. En cuanto a la edad al PHV (11,08 años) es unos meses más temprana que la de las chicas de la Costa (11,85 años), aunque se encuentra muy retrasada respecto a la de las chicas de Bilbao (8,71 años). No obstante, los datos del estudio de González-Apraiz (1997) para la edad femenina al PHV son extremadamente precoces, y, como señala la autora, el ajuste del modelo PB1 no parece tan adecuado como en el caso del sexo masculino. En todo caso, se confirma un cierto adelanto de la pubertad de las chicas del presente estudio, si bien, la talla parece algo estancada respecto al estudio de Bilbao. Basándonos en los datos de hace casi una década podría afirmarse que en las chicas de la Margen izquierda, independientemente de la clase social y de la recesión industrial de la zona, se ha producido un incremento secular de la talla (1,41 cm de aumento); además, la curva se ha desplazado ligeramente hacia la izquierda (un adelanto en la edad al PHV de 0,77 años). No obstante, a la vista de los datos del estudio de Bilbao existe una cierta estabilización en la talla femenina, sin que se aprecie de momento un retroceso como el caso masculino, quizá porque el sexo femenino tarda más en reaccionar ante los cambios ambientales (en este caso desfavorables). De hecho, la tasa de maduración más rápida de las chicas se suele interpretar en términos de ecosensibilidad diferencial entre los sexos, o más bien como una de las causas de la menor ecosensibilidad femenina, de forma que las chicas, cuyo crecimiento es menos prolongado que



*Crecimiento de los adolescentes vizcaínos*

**Tabla 5.** Valores centilares suavizados del IMC (kg/m<sup>2</sup>) obtenidos mediante el método LMS, con sus valores derivados para la L de Box-Cox, la media M y el coeficiente de variación S, para chicos y chicas de la Margen izquierda

CHICOS										
Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
8,5	-2,06	18,12	0,13	14,64	15,57	16,69	18,12	19,99	22,62	26,73
9,5	-1,72	18,37	0,13	14,77	15,74	16,92	18,37	20,21	22,67	26,16
10,5	-1,39	18,58	0,13	14,86	15,89	17,11	18,58	20,39	22,68	25,72
11,5	-1,08	18,82	0,13	14,99	16,08	17,34	18,82	20,60	22,76	25,45
12,5	-0,81	19,22	0,13	15,26	16,41	17,71	19,22	20,99	23,06	25,55
13,5	-0,62	19,86	0,12	15,75	16,95	18,31	19,86	21,63	23,67	26,04
14,5	-0,50	20,62	0,12	16,37	17,63	19,04	20,62	22,41	24,44	26,76
15,5	-0,41	21,29	0,12	16,95	18,25	19,69	21,29	23,09	25,11	27,39
16,5	-0,35	21,78	0,12	17,40	18,72	20,17	21,78	23,57	25,56	27,79
17,5	-0,33	22,17	0,11	17,79	19,11	20,56	22,17	23,94	25,91	28,10
18,5	-0,35	22,51	0,11	18,16	19,47	20,92	22,51	24,27	26,23	28,40
19,5	-0,49	23,23	0,11	18,95	20,24	21,66	23,23	24,98	26,94	29,13

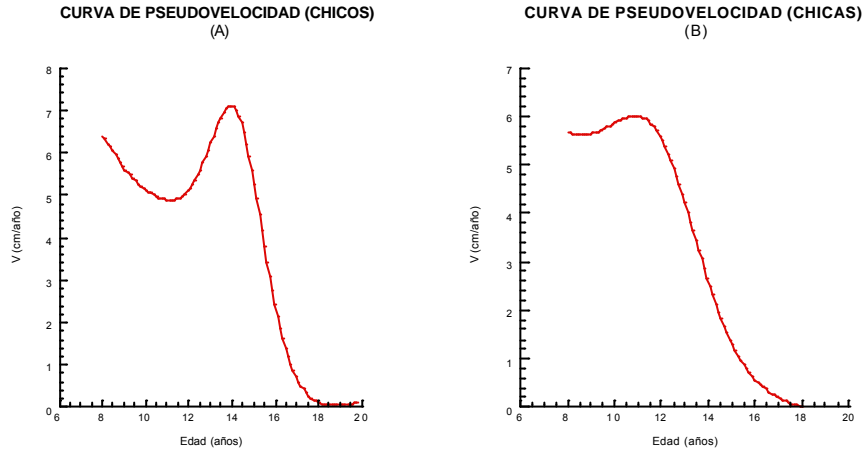
  

CHICAS										
Edad	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
8,5	-1,57	18,18	0,14	14,49	15,50	16,70	18,18	20,05	22,51	25,94
9,5	-1,48	18,50	0,14	14,72	15,75	16,99	18,50	20,39	22,84	26,19
10,5	-1,38	18,91	0,14	15,03	16,10	17,37	18,91	20,83	23,28	26,55
11,5	-1,28	19,45	0,13	15,45	16,56	17,87	19,45	21,38	23,82	27,00
12,5	-1,20	20,05	0,13	15,96	17,10	18,44	20,05	21,99	24,40	27,48
13,5	-1,17	20,65	0,13	16,53	17,70	19,05	20,65	22,58	24,95	27,93
14,5	-1,17	21,12	0,12	17,05	18,21	19,55	21,12	23,01	25,29	28,14
15,5	-1,18	21,37	0,12	17,40	18,53	19,84	21,37	23,18	25,37	28,06
16,5	-1,19	21,49	0,11	17,63	18,74	20,01	21,49	23,23	25,31	27,85
17,5	-1,19	21,64	0,11	17,86	18,95	20,20	21,64	23,33	25,34	27,77
18,5	-1,20	21,89	0,10	18,16	19,24	20,47	21,89	23,55	25,52	27,88
19,5	-1,28	22,90	0,10	19,24	20,30	21,51	22,90	24,50	26,39	28,65

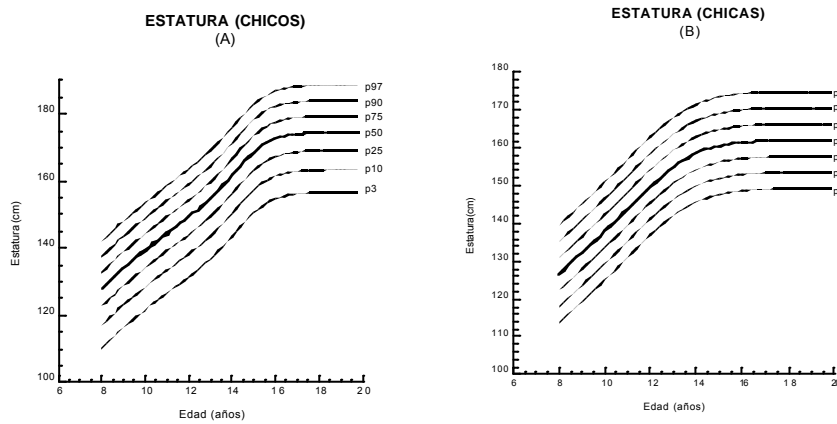
el de los chicos, tendrían “menos tiempo” para responder a determinados factores ambientales durante su crecimiento (Bogin et al., 1989).

En cuanto a la obtención de los valores percentilares de las tres variables mediante el método LMS (Cole, 1988, Cole y Green, 1992), o su combinación con el PBI en el caso de la estatura, hay que señalar que este método es una buena aproximación para estimar percentiles y no sólo se aplica a variables que muestran un patrón de crecimiento monótono como la estatura o el peso, sino a variables menos predecibles como el IMC (Cole et al., 1995). En el caso de esta última variable, la representación gráfica muestra irregularidades respecto a las otras dos variables a partir del P50 (Figuras 3, 4 y 5), debido a que el IMC suele mostrar una asimetría negativa, hecho que se refleja en el patrón de las líneas percentilares.

Los valores del P50 para la estatura son similares tanto en las chicas como en los chicos a los de la referencia nacional propuesta por Rebato et al. (2002), basada en el ajuste combinado de datos procedentes de diversas referencias locales españolas. La comparación con los valores del P50 obtenidos para la estatura, peso e IMC a partir de datos transversales publicados recientemente por la Fundación Orbegozo (Sobradillo et al., 2004), indica que los chicos de la Margen izquierda son menos altos, tienen menos peso y menores valores del IMC que los de esta muestra de la provincia de Bizkaia, si bien, no hay una estrecha correspondencia entre las edades comparadas ni en la metodología empleada para la obtención de percentiles. En cuanto a las chicas, también parecen mostrar una talla algo menor, aunque más similar que en el caso de



**Figura 2.** Representaciones gráficas de las curvas de pseudo-velocidad estatural, obtenidas a partir de la primera derivada del modelo PB1, para chicos (A) y chicas (B) de la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia)

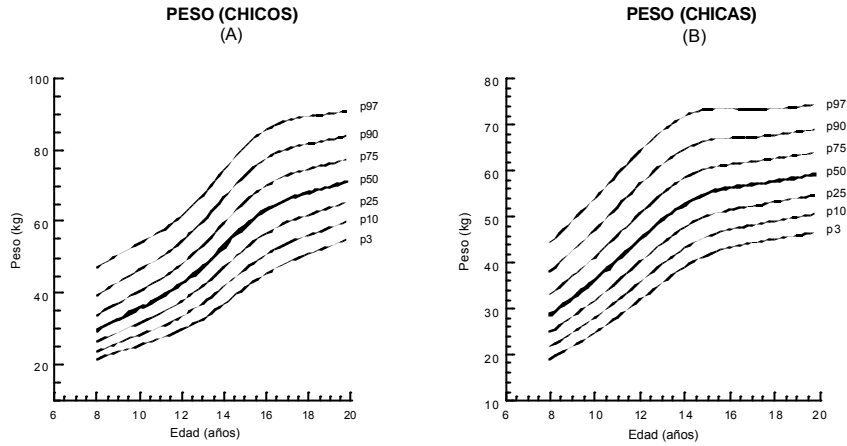


**Figura 3.** Representaciones gráficas de los percentiles suavizados, obtenidos mediante el método combinado PB1-LMS, para la estatura (cm) y edad (años), en los chicos (A) y chicas (B) de la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia)

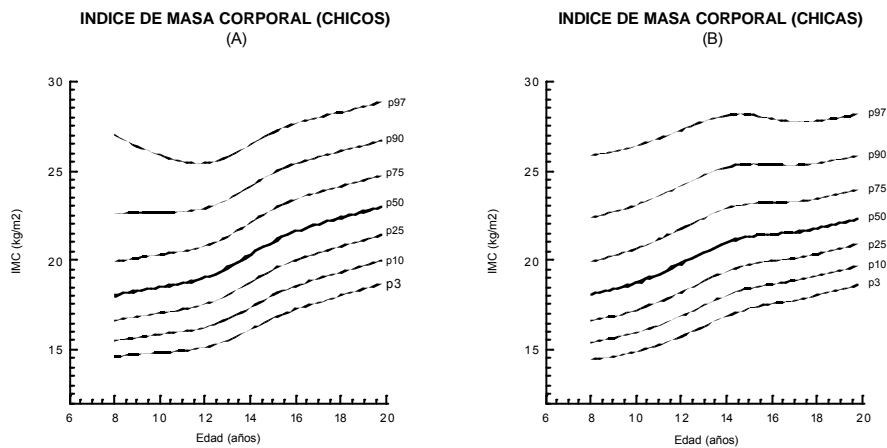
los chicos, pero el peso es algo mas elevado y también los valores del IMC. Hay que tener en cuenta que ambas muestras proceden de la misma provincia, por lo que podemos suponer que los factores ambientales negativos (crisis industrial) que han podido actuar sobre el crecimiento son similares, aunque su impacto depende a su vez de otras variables, tales como la localidad de residencia, el nivel socioeconómico, el sexo y la edad de los individuos estudiados, entre otras. Algunos estudios indican que la estructura socio-profesional y el nivel de estudios del padre condicionan más las dimensiones corporales masculinas que las femeninas (Rosique, 1992).

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio indican que el crecimiento de los chicos de la Margen izquierda del Nervión, se ha visto afectado por los problemas socioeconómicos (altas tasas de paro, pérdida de poder adquisitivo de las familias, empleos precarios, etc.)

*Crecimiento de los adolescentes vizcaínos*



**Figura 4.** Representaciones gráficas de los percentiles suavizados para el peso (kg), obtenidos mediante el método LMS, para cada edad (años), en los chicos (A) y chicas (B) de la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia)



**Figura 5.** Representaciones gráficas de los percentiles suavizados para el IMC (kg/m<sup>2</sup>) obtenidos mediante el método LMS, para cada edad (años), en los chicos (A) y chicas (B) de la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia)

derivados del proceso de recesión industrial sufrido de forma especialmente intensa por las diversas localidades de la zona (también por otras zonas de la provincia, pero con un impacto mucho menor) durante más de dos décadas. De hecho, se observa una disminución de la talla y un retraso de la edad al PHV respecto a estudios anteriores realizados en la misma provincia y con metodología similar. El impacto ambiental no parece haber tenido la misma repercusión sobre el fenotipo de las chicas, que manifiestan tallas similares e incluso superiores a estudios previos y un adelantamiento de la edad al PHV, hecho que podría deberse, tal y como postulan algunas hipótesis ecológicas, a la mayor canalización del sexo femenino (Stini, 1972, 1982, Wagner et al., 1997, Marini et al., 2005).

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los escolares por su participación en el estudio, así como a sus familias, profesores y tutores. Esta investigación ha sido financiada por una Beca predoctoral del Gobierno Vasco y por el proyecto de investigación bianual UPV 154.310-EA049/99.

### Bibliografía

- BOGIN BB, SULLIVAN, T, HAUSPIE, RC y MAC VEAN RB (1989) Longitudinal growth in height, weight and bone age of Guatemalan Ladino and Indian schoolchildren. *Am. J. Hum. Biol.* **1**: 103-113.
- COLE TJ (1988) Fitting smoothed centile curves to reference data. *J. Roy. Stat. Soc.* **151**: 385-418.
- COLE TJ (1989a) The British, American NCHS, and Dutch Weight Standards Compared Using the LMS Method. *Am. J. Hum. Biol.* **1**: 397-408.
- COLE TJ (1989b) Using the LMS method to measure skewness in the NCHS and Dutch National Height Standards. *Ann. Hum. Biol.* **16**: 407-419.
- COLE TJ y GREEN PJ (1992) Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat. Med.* **13**: 2359-2367.
- COLE TJ, FREEMAN JV y PREECE MA (1995) Body Mass Index reference curves for the UK. *Arch. Dis. Child.* **73**: 25-29.
- EUSTAT (2003) <http://www.eustat.es>
- GONZÁLEZ-APRAIZ A (1997) Antropología del crecimiento en la población escolar de la Villa de Bilbao. Variación antropométrica e influencias ambientales. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea. España.
- HAUSPIE RC (2003) Introduction aux méthodes biométriques. En: *Anthropologie Biologique. Evolution et Biologie humaine*. Eds. Susanne C, Rebato E y Chiarelli B. De Boeck Université, Bruxelles, Belgique. pp: 87-102.
- KALBERG J, HÄGG U y PANCHERZ H (1992) Growth analysis using the infancy-childhood-puberty (ICP) model: Assessing the age at pubertal maximum and the pubertal path of growth. En: *Human Growth. Basic and Clinical Aspects*. Eds. Hernández M y Argente J. International Congress series 973. Excerpta médica. Elsevier Science Publishers. BV, Amsterdam.
- MARINI E, REBATO E., RACUGNO W, BUFA R, SALCES I y BORGOGNINI SM (2005, in press) Dispersion dimorphism in human populations. *Am. J. Phys. Anthropol.* **126**.
- OMS (1995) El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Serie de Informes Técnicos, nº 854. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- PREECE MA y BAINES MJ (1978) A new family of mathematical Models describing the human growth curve. *Ann. Hum. Biol.* **5**: 1-24.
- REBATO E, GONZÁLEZ APRAIZ A y ROSIQUE J (1993) Application du Modèle I de Preece-Baines (PB1) à l'étude de la croissance staturale chez deux populations bascoïennes. *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris* **5**: 93-102.
- REBATO E, ROSIQUE J, FERNÁNDEZ-LÓPEZ JR, SAN MARTÍN L, SALCES I y SUSANNE C (2002) Analysis of the Spanish references of height by age, by applying the LMS method. *Humanbiol. Budapest.* **27**: 57-65.
- REBATO E, SAN MARTÍN L, SUSANNE C, ROSIQUE J y SALCES I (1999) Recent data about age at menarche in the Biscay province (Basque Country, Spain). *Int. J. Anthropol.* **14**: 203-209.
- ROCHE AF (1989) The final phase of growth in stature. *Growth, Genetics and Hormones* **5**: 4-6.
- ROSIQUE J (1992) Estudio transversal del crecimiento en escolares vizcainos. La variación antropométrica como componente de la estructura biológica de la población. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. España.
- ROSIQUE J y REBATO E (1995) Comparative study of statural growth in Spanish Populations. *Am. J. Hum. Biol.* **7**: 553-564.
- ROSIQUE J, GORDÓN PM, REBATO E, GONZÁLEZ-MONTERO M, CALLEJO L, MORENO E y MARRODÁN MD (2001) Estudio auxológico de muestras contemporáneas e históricas de población madrileña: aplicación del modelo I de Preece-Baines. *An. Esp. Pediatr.* **54**: 486-494.
- SAN MARTÍN L, SALCES I, FERNÁNDEZ-LÓPEZ JR, ROSIQUE J y REBATO E (2000) A comparative study of the fitting of Preece-Baines Model I and LMS to Cross-sectional samples. Abstracts of the IXth International Congress of Auxology. Turin (Italy). *Acta Med. Auxol.* **32**: 42.

- SIEGEL S (1956) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGrawHill, Ltd, Londres.
- SOBRADILLO B, AGUIRRE A, ARESTI U, BILBAO A, FÉRNANDEZ-RAMOS C, LIZÁRRAGA A, LORENZO H, MADARIAGA L, RICA I, RUIZ I, SÁNCHEZ E, SANTAMARÍA C, SERRANO JM, ZABALA A, ZURIMENDI B y HERNÁNDEZ M (2004) Curvas y Tablas de Crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, Fundación F. Orbeogo. Bilbao
- STINI WA (1972) Reduced sexual dimorphism in upper arm muscle circumference associated with protein-deficient diet in a South American population. *Am. J. Phys. Anthropol.* **36**:341-352.
- STINI WA (1982) Sexual dimorphism and nutrient reserves. En: *Sexual dimorphism in Homo sapiens*. Ed. Hall RL. Praeger, New York. pp: 391-419.
- VERCAUTEREN M (2003) Évolution séculaire au XXe siècle. En: *Anthropologie Biologique. Evolution et Biologie humaine*. Eds. Susanne C, Rebato E y Chiarelli B. De Boeck Université, Bruxelles, Belgique. pp: 539-548.
- WAGNER GP, BOOTH G y BAGHERI-CHAICHIAN H (1997) A population genetic theory of canalization. *Evolution* **51**(2): 329-347.
- WEINER JS y LOURIE JA (1981) *Practical Human Biology*. Academic Press, Londres.
- ZEMEL BS y JOHNSTON FE (1994) Application of the Preece-Baines growth Model to cross-sectional data: Problems of validity and interpretation. *Am. J. Hum. Biol.* **6**: 563-670.

### Abstract

The percentile curves for height, weight and body mass index (BMI) of 1,538 school children of both sexes, aged 8 to 19 years and living on the left bank of the Nervion river (Biscay province) are presented. Height was fitted through the Preece-Baines model I (Preece and Baines, 1978) and the percentiles were obtained through the combination of this model with the LMS method (Cole, 1988). The percentiles of weight and BMI were obtained by using the LMS method. Adult height was 174.06 cm for boys and 162.29 cm for girls. Male growth seems affected by the socioeconomical problems derived from the industrial crisis of the studied area, and they already show a decrease of height and a delay of the age at PHV compared with previous surveys. The environmental impact seems to have not the same impact on the female phenotype, since girls have similar heights or are even taller than those of previous researches, and they also present an earlier age at PHV.

### New data on adolescent growth from Biscay

*Key words*: growth, adolescents, height, weight, BMI, Preece-Baines Model I, LMS method, Biscay province