

## Ajuste de curvas de crecimiento fetal medio

T. Alonso Ortiz, E. Mariscal Ramos, M. Armadá Maresca, J. Arizcun Pineda, P. Zuluaga Arias<sup>1</sup>

**Resumen.** *Objetivos:* Presentar la ecuación óptima de la curva ajustada de crecimiento antropométrico fetal valorado por la talla, peso y perímetro craneal al nacimiento, según sexo y en función de la edad gestacional.

Encontrar el punto de inflexión de dichas curvas de crecimiento para conocer el momento justo en que la velocidad de crecimiento comienza a disminuir.

*Material y método:* La población estudiada antropométricamente ha sido de 25.200 recién nacidos con edades gestacionales comprendidas entre 25 y 43 semanas, habidos en el Servicio de Neonatología del Hospital Clínico San Carlos de Madrid. El método estadístico empleado ha sido comprobar que el crecimiento fetal se ajusta perfectamente a una curva logística. La bondad del ajuste se ha hecho mediante técnicas habituales de regresión no lineal.

*Resultados:* Se presentan unas tablas para niños y niñas recién nacidos con el crecimiento medio y su intervalo de confianza para peso, talla y perímetro craneal, desde la semana 25 a la 43 de gestación.

*Conclusiones:* El crecimiento antropométrico fetal se ajusta perfectamente a una curva logística. En las niñas disminuye la velocidad de crecimiento medio antes que en los niños. El peso disminuye su velocidad de crecimiento después que la talla y el perímetro craneal.

*An Esp Pediatr 1998;49:388-392.*

**Palabras clave:** Crecimiento fetal; Recién nacido; Peso, talla y perímetro craneal al nacimiento; Edad gestacional.

*Conclusions:* Fetal anthropometric growth fits perfectly a logistic curve. Mean growth velocity reduces sooner in girls than in boys. Weight growth velocity reduces later than height and head circumference.

**Key words:** Fetal growth. Newborn. Weight, height and head circumference at birth. Gestational age.

### Introducción

Aún hoy hay grupos de trabajo que siguen valorando el crecimiento fetal por curvas extranjeras y muchas veces realizadas hace una treintena de años, como las de Gruenwald<sup>(1)</sup> o las de Lubchenco<sup>(2)</sup>.

Hay que reconocer que para valorar el crecimiento antropométrico fetal con precisión hay que hacerlo sobre tablas y curvas de la misma región geográfica y con la población suficiente para que sean representativas.

Personalmente contamos con curvas propias<sup>(3)</sup> referentes al peso, talla y perímetro craneal, por sexos y semanas y en un estudio anterior<sup>(4)</sup> proporcionamos unas fórmulas basadas en la normalidad para transformar fácilmente las curvas realizadas en desviaciones a otras en percentiles.

Ambos métodos para realizar las curvas, desviaciones y percentiles, son equivalentes si se puede aceptar la normalidad en cada semana de gestación, ya que para dicha distribución la media  $\pm 2$  DT son aproximadamente los percentiles 3 y 97; la media  $\pm 1,28$  DT son los percentiles 10 y 90 y la media  $\pm 1,645$  DT los percentiles 5 y 95 respectivamente.

Este trabajo presenta la ecuación de las curvas ajustadas de peso, talla y perímetro craneal medios, por sexos y para recién nacidos entre 25 y 43 semanas de gestación.

La forma de "S" estilizada que siguen las curvas de crecimiento se corresponde con una curva logística, que nos indica el aumento de dichas variables según las semanas de gestación.

### Material y método

Para este estudio se han empleado 25.200 recién nacidos, 13.108 niños y 12.112 niñas, sanos, vivos, sin malformaciones y procedentes de embarazo único y sin patología, habidos en el Servicio de Neonatología del Hospital Clínico San Carlos de Madrid durante los últimos 12 años.

### MEAN FETAL GROWTH CURVES ADJUSTEMENT:

**Abstract.** *Objectives:* To present the optimum equation of the anthropometric fetal growth curve evaluated by height, weight and head circumference according to sex and gestational age.

To find the inflection point of the mentioned curves to get to know the precise moment in which growth velocity is the fastest.

*Material and method:* We have used the anthropometry of 25,200 newborns (ages ranging from 25 to 43 weeks). All of them were born in the Neonatology Service of the San Carlos Hospital, Madrid. The statistical method used was to check whether fetal growth fitted a logistic curve. The accuracy of the contrast is based on non-linear regression techniques.

*Results:* We present the tables for newborns (boys and girls) showing mean growth and weight, height and head circumference upper and lower limits, from the 25th to the 43rd gestational week.

Servicio de Neonatología. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

<sup>1</sup>Prof. Titular. Dpto. Bioestadística. Universidad Complutense. Madrid.

*Correspondencia:* Dr. T. Alonso Ortiz. Servicio de Neonatología. 6ª Planta. Hospital Clínico San Carlos. 28040 Madrid.

*Recibido:* Abril 1998

*Aceptado:* Septiembre 1998

Tabla I Coeficientes de las curvas ajustadas para las medias, bondad del ajuste y punto de inflexión, por sexos

Variable	Parámetro	Niños	Niñas
Peso	A	3750,3	3540,08
	B	3,79	3,90
	C	-0,05	-0,07
	D	1,49	1,41
	r <sup>2</sup>	0,998	0,998
	PI	31,74	31,32
Talla	A	52,37	51,23
	B	0,61	0,57
	C	-0,06	-0,07
	D	1,30	1,28
	r <sup>2</sup>	0,998	0,996
	PI	29,15	28,85
Perímetro craneal	A	34,27	35,71
	B	0,74	0,59
	C	-0,06	-0,09
	D	1,39	1,24
	r <sup>2</sup>	0,993	0,997
	PI	29,77	28,24

*A B C y D son los coeficientes estimados; r<sup>2</sup> medida de la bondad del ajuste; PI punto de inflexión*

Los parámetros peso, talla y perímetro craneal se recogieron al nacimiento según las recomendaciones de la FIGO en el XI Congreso Mundial de Obstetricia y Ginecología en Berlín<sup>(5)</sup>, tratándose de un estudio transversal.

La talla, en decúbito supino, de vértex a talón, con un neonatómetro que precisa hasta los milímetros y con la ayuda de un ayudante que sujeta al recién nacido.

El peso, desnudo, seccionado el cordón, en un pesabebés con lectura digital que precisa hasta los 10 gramos.

El perímetro craneal máximo, se mide con una cinta métrica flexible pero no extensible que precisa igualmente hasta los milímetros.

La edad gestacional, considerada en semanas completas, teniendo en cuenta la FUR, su correspondencia ecográfica fetal y por Dubowitz<sup>(6)</sup> cuando era necesario.

**Método estadístico:** se da el intervalo de 95 % de confianza para la media de las variables en estudio en cada semana de gestación y por sexos.

Para las semanas de gestación donde los tamaños muestrales son más pequeños se ha contrastado la normalidad mediante el test de Kolmogorov-Smirnov.

La ecuación de la curva ajustada para cada variable y por sexo, que notaremos genéricamente por X, en función de las semanas de gestación (SG) es:

$$X = A / (1 + B * (\text{Exp}(C * (SG - 25) * D)))$$

donde A, B, C y D son los coeficientes estimados que aparecen en la tabla I.

Las estimaciones de los parámetros de las curvas ajustadas y la valoración de la bondad del ajuste se han hecho mediante técnicas habituales de regresión no lineal (mínimos cuadrados usando una modificación del algoritmo de Gauss-Newton).

Se han utilizado los paquetes estadísticos: SIGMA, STAT-GRAPHICS, BMDP y programas específicos en FORTRAN.

## Resultados

En las tablas II, III y IV, se recogen para niños y niñas recién nacidos los valores de la media muestral, los límites inferior (LI) y superior (LS), por semanas desde la 25 a la 43 ambas incluidas, de los parámetros peso (Tabla II), talla (Tabla III) y perímetro craneal (Tabla IV), del intervalo de confianza al 95%.

Para las semanas de gestación más bajas y, por tanto, con frecuencias más pequeñas, no se puede rechazar la normalidad para ninguna de las tres variables, tanto para niños, como para niñas. Los valores de los coeficientes ajustados (A, B, C, D) para las tres variables se exponen en la Tabla I, así como la medida de la bondad del ajuste "r<sup>2</sup>".

El modelizar estas variables mediante una curva, tiene la ventaja adicional de permitir el cálculo de su punto de inflexión (PI), que también se da en la misma tabla.

La representación gráfica de estas tablas corresponde a las figuras 1, 2 y 3.

En dichas curvas se aprecia que el crecimiento medio para peso y perímetro craneal de los niños va siempre por encima del de las niñas. Para la talla es prácticamente igual en las semanas más bajas y luego mayor en los niños.

El punto de inflexión para las tres variables, como se aprecia en la tabla I es siempre algo posterior en los niños que en las niñas. Este punto de inflexión es el que nos indica en qué semana de gestación se produce un crecimiento más lento, en concreto antes del punto de inflexión el crecimiento es más rápido que después de dicho punto.

Del estudio de estos puntos de inflexión se deduce que el incremento de peso se hace más lento a partir de la semana 31 mientras que para la talla y el perímetro craneal (crecimiento óseo) el incremento se hace menor sobre las 28 semanas para las niñas y sobre las 29 para los niños.

## Discusión

Con el fin de elaborar unas curvas de crecimiento antropométrico fetal normal ha de tenerse en cuenta que éstas han de ser realizadas con recién nacidos vivos y sanos, diferenciados por sexos y procedentes de embarazo único y sin patología.

Una vez realizadas las tablas y curvas de la normalidad será más fácil poder enjuiciar si el crecimiento de un recién nacido se ajusta a la norma, actualmente entre los percentiles 10 y 90 de su grupo poblacional y así conocer los que tienen un crecimiento fetal retrasado o acelerado.

Para ello hay que conocer si la distribución de la muestra se ajusta a la normalidad y si es así se pueden usar los equivalentes de desviaciones ( $\pm 2$  DT) o percentiles (3 y 97), por ejemplo.

Tabla II Media, intervalo de confianza al 95% para el peso medio

Sg	Media	Niños		Media	Niñas	
		Lím. inf.	Lím. sup.		Lím. inf.	Lím. sup.
25	728	649,44	806,56	662	540,82	783,18
26	801	726,67	875,33	765	692,97	837,03
27	911	837,10	984,90	866	775,27	956,73
28	1.036	931,44	1.140,56	1.026	927,45	1.124,5
29	1.131	1.045,16	1.216,84	1.113	1.033,62	1.192,38
30	1.272	1.201,03	1.342,97	1.214	1.098,5	1.329,5
31	1.471	1.381,25	1.560,75	1.349	1.277,18	1.420,82
32	1.621	1.551,08	1.690,92	1.665	1.602,42	1.727,58
33	1.806	1.743,36	1.868,64	1.799	1.738,31	1.859,69
34	2.028	1.959,90	2.096,10	2.027	1.964,78	2.089,22
35	2.287	2.235,28	2.338,72	2.346	2.289,12	2.402,88
36	2.573	2.516,68	2.629,32	2.486	2.439,69	2.532,31
37	2.806	2.771,12	2.840,88	2.743	2.701,69	2.784,31
38	3.030	3.005,76	3.054,24	2.882	2.856,03	2.907,97
39	3.179	3.162,92	3.195,08	3.047	3.032,04	3.061,96
40	3.311	3.298,85	3.323,15	3.185	3.174,23	3.195,77
41	3.416	3.403,67	3.428,33	3.270	3.257,76	3.282,24
42	3.492	3.478,77	3.505,23	3.342	3.329,55	3.351,45
43	3.565	3.534,70	3.595,30	3.376	3.351,76	3.400,24

Tabla III Media, intervalo de confianza al 95% para la talla media

Sg	Media	Niños		Media	Niñas	
		Lím. inf.	Lím. sup.		Lím. inf.	Lím. sup.
25	32,2	31,15	33,25	32,2	29,29	35,11
26	33,3	32,28	34,32	33,6	32,51	34,69
27	34,5	33,56	35,44	34,5	33,43	35,57
28	36,3	35,59	37,01	36,3	34,54	38,06
29	36,8	35,83	37,77	38,0	37,09	38,91
30	38,9	38,22	39,58	37,6	36,54	38,66
31	40,2	39,50	40,90	39,9	39,16	40,64
32	41,3	40,75	41,85	41,7	41,27	42,17
33	43,1	42,63	43,57	43,1	42,59	43,61
34	44,0	43,58	44,42	44,0	43,64	44,36
35	45,4	45,11	45,69	45,0	44,74	45,26
36	46,3	46,04	46,56	46,1	45,88	46,32
37	47,5	47,34	47,66	46,9	46,71	47,09
38	48,4	48,29	48,51	47,5	47,38	47,62
39	48,9	48,83	48,97	48,2	48,14	48,26
40	49,5	49,45	49,55	48,7	48,65	48,75
41	50,0	49,95	50,05	49,2	49,15	49,25
42	50,4	50,35	50,45	49,5	49,45	49,55
43	50,6	50,35	50,71	49,7	49,60	49,80

Las tablas y curvas de crecimiento fetal deben ser realizadas con una muestra suficientemente representativa. En nuestro caso 25.200 recién nacidos sanos puede considerarse una muestra amplia para conocer qué antropometría alcanza el feto al nacimiento en las distintas edades gestacionales, siempre tenien-

do en cuenta que se hace un estudio transversal con sus correspondientes inconvenientes.

Un punto de suma importancia es el cálculo, lo más exacto posible, de la edad gestacional, que hoy se calcula mejor al no tener en cuenta sólo la FUR, sino también el seguimiento eco-

Tabla IV Media, intervalo de confianza al 95% para el perímetro craneal medio

Sg	Media	Niños		Media	Niñas	
		Lím. inf.	Lím. sup.		Lím. inf.	Lím. sup.
25	32,2	31,15	33,25	32,2	29,29	35,11
26	33,3	32,29	34,32	33,6	32,51	34,69
27	34,5	33,56	35,44	34,5	33,43	35,57
28	36,3	35,59	37,01	36,3	34,54	38,06
29	36,8	35,83	37,77	38,0	37,09	38,91
30	38,9	38,22	39,58	37,6	36,54	38,66
31	40,2	39,50	40,90	39,9	39,16	40,64
32	41,3	40,75	41,85	41,7	41,27	42,17
33	43,1	42,63	43,57	43,1	42,59	43,61
34	44,0	43,58	44,42	44,0	43,64	44,36
35	45,4	45,11	45,69	45,0	44,74	45,26
36	46,3	46,04	46,56	46,1	45,88	46,32
37	47,5	47,34	47,66	46,9	46,71	47,09
38	48,4	48,29	48,51	47,5	47,38	47,62
39	48,9	48,83	48,97	48,2	48,14	48,26
40	49,5	49,45	49,55	48,7	48,65	48,75
41	50,0	49,95	50,05	49,2	49,15	49,25
42	50,4	50,35	50,45	49,5	49,45	49,55
43	50,6	50,35	50,71	49,7	49,60	49,80

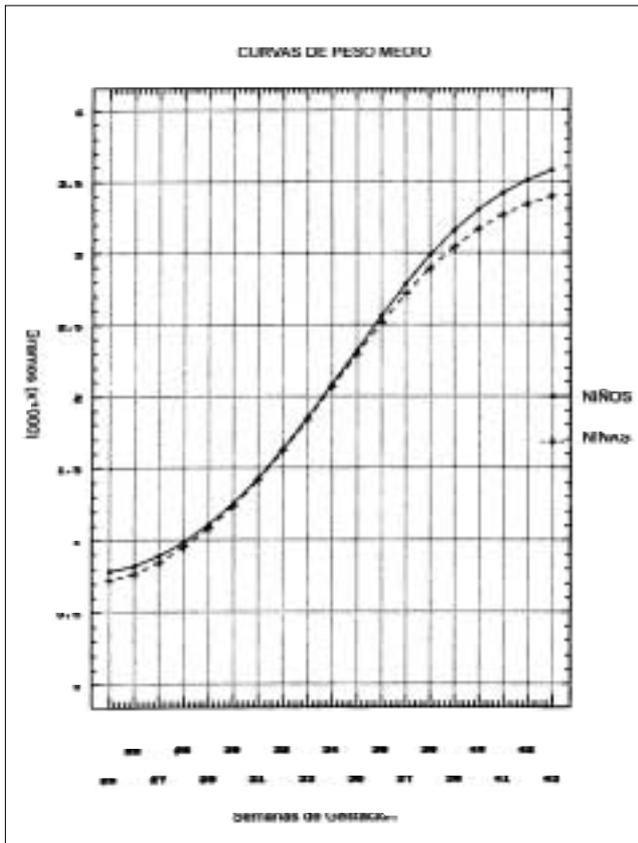


Figura 1. Curvas de peso medio.

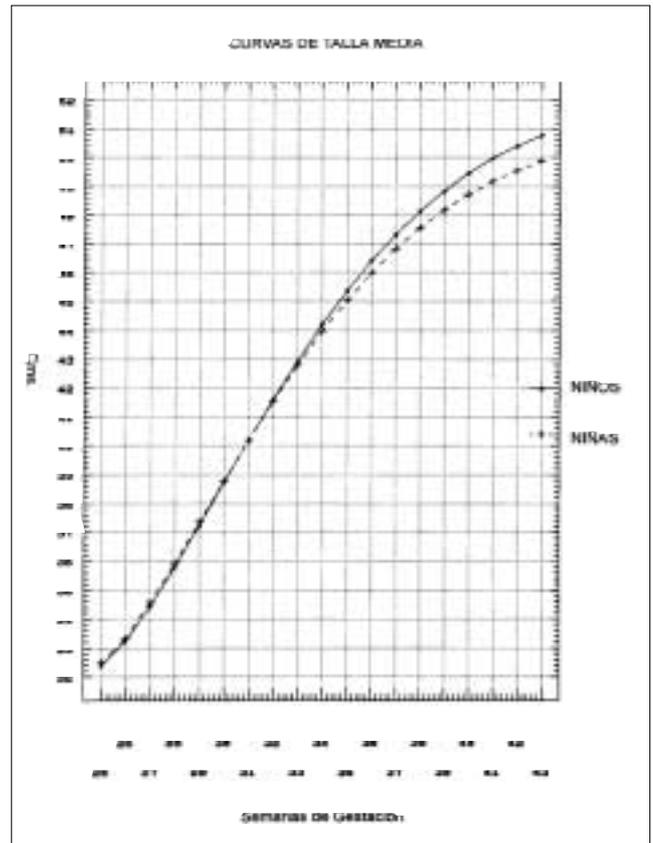


Figura 2. Curvas de talla media.

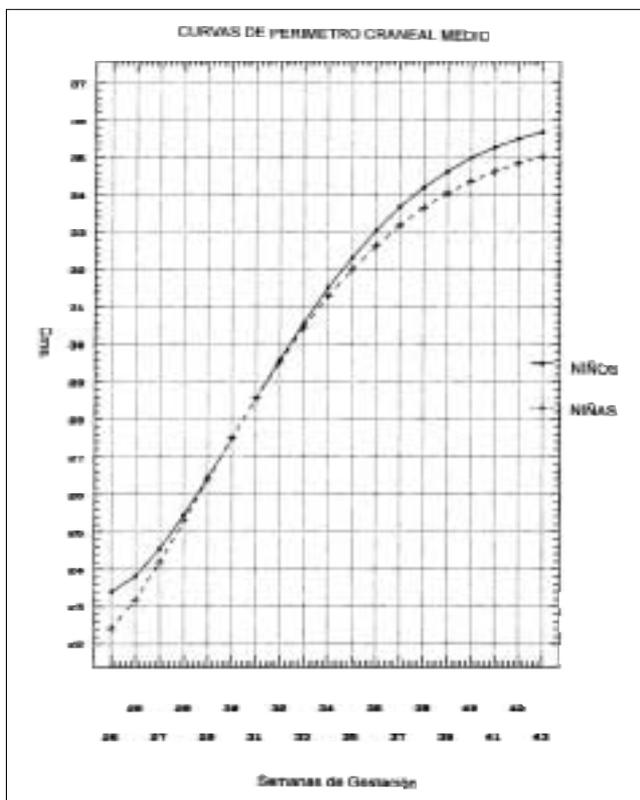


Figura 3. Curvas de perímetro craneal medio.

gráfico obstétrico y la valoración del recién nacido por neonatólogos expertos<sup>(6)</sup>.

Sólo si se conoce con exactitud la edad gestacional se podrá valorar con precisión si el crecimiento antropométrico al nacimiento es normal, retrasado o acelerado y con ello afrontar la morbilidad de cada grupo correspondiente con un éxito mayor, al conocerse mejor su riesgo perinatal.

Otro punto a considerar es que las curvas y tablas de crecimiento han de hacerse con una población homogénea en raza, hábitat y altitud, recogiendo los parámetros antropométricos exactamente y no por intervalos, considerando la edad gestacional en semanas individualizadas, completas y no agrupadas, y diferenciando los sexos.

Dentro de nuestro país ya hay grupos que tienen sus propias curvas regionales (7 a 17), de cuya comparación hicimos mención<sup>(18)</sup> con anterioridad y donde se ponía en evidencia que existen diferencias de unas a otras y aunque no sean muy ostensibles hacen que no sean curvas totalmente superponibles.

Por tanto, urge una homologación en la realización de las tablas y curvas de crecimiento fetal en cuanto a tamaño de la muestra y su recogida, toma de los datos, selección de los mismos, cálculo exacto de la edad gestacional, etc., etc.

Sería muy interesante y útil que cada grupo poblacional actualizara sus curvas de crecimiento fetal y de forma coordinada se sumaran todos los datos con el fin de elaborar unas curvas representativas de nuestro país a nivel internacional.

## Conclusiones

- 1) El crecimiento medio antropométrico fetal se ajusta perfectamente a una curva logística.
- 2) En las niñas disminuye la velocidad de crecimiento medio antes que en los niños.
- 3) El peso medio disminuye su velocidad de crecimiento después que la talla y el perímetro craneal.
- 4) El punto de inflexión de las curvas antropométricas se sitúa en las 28 semanas para las niñas y en las 29 semanas para los niños.

## Bibliografía

- 1 Gruenwald P: Growth of the human foetus. I. Normal growth and its variations. *Amer J Obstet Gynec* 1966; **94**:1112-1119.
- 2 Lubchenco L, Hansman Ch, Dresler M, Boyd E: Intrauterine growth as estimated from liveborn birth weight data 24 to 42 weeks of gestation. *Pediatrics* 1963; **32**:793-800.
- 3 Alonso Ortiz T: Crecimiento fetal. Evaluación Perinatal. Ed. Mead Johnson. Artegraf. 1992. Madrid.
- 4 Alonso Ortiz T, Armadá M, Mariscal E, Arizcun J, Zuluaga P: Transformación matemática de tablas antropométricas fetales realizadas en desviaciones a otras en percentiles. *An Esp Pediat* 1998 (En revisión).
- 5 Dunn P: Metodología de la recogida de datos y mediciones del crecimiento infantil durante el periodo perinatal. *Acta Pediat Esp* 1987; **45**:97-102.
- 6 Dubowitz L, Dubowitz V, Goldberg G: Clinical assessment of gestational age in the newborn infant. *J Pediatr* 1970; **77**:1-10.
- 7 Grande R, Argüelles F: Curvas estándar de peso en los recién nacidos españoles. *Toko-Gin Pract* 1976; **38**:425-429.
- 8 Monleón J, García R, Ortega L: Curva de crecimiento feto-placentaria durante la gestación. *Toko-Gin Pract* 1976; **38**:382-425.
- 9 Carrera J: Crecimiento fetal: Sus alteraciones. *Clínica Ginecológica* 5/3. 1981. pp:1-7.
- 10 Navarete L, Esteve G, Simón M: Curvas patrón de desarrollo fetal según la edad gestacional en la población de Andalucía Oriental. *ToKo-Gin Pract* 1981; **40**:43-45.
- 11 Jiménez R, Figueras J, Villanueva R, Botet F: Valoración del crecimiento intrauterino a nivel del mar entre las 25 y 43 semanas de gestación. *Arch Pediat* 1982; **33**:191-200.
- 12 Comino R, Peral F, Zurita V: Curvas de crecimiento fetal en la población de Valladolid. *Toko-Gin Pract* 1987; **46**:384-386.
- 13 Pastor E: Curvas de desarrollo fetal según la edad gestacional. *Acta Pediat Esp* 1991; **49**:333-337.
- 14 Martínez M, Prieto L, Bermejo E, Gaya F: Estudio de peso al nacimiento sobre una población de niños sin defectos congénitos. Curvas de percentiles del peso por edad gestacional. *An Esp Pediat* 1990; **33**:12-15.
- 15 Delgado P, Melchor J, Rodríguez J, Linares A: Curvas de desarrollo fetal de los recién nacidos en el Hospital de Cruces. I. Peso. *An Esp Pediat* 1996; **44**:50-54.
- 16 Delgado P, Melchor J, Rodríguez J, Linares A: Curvas de desarrollo fetal de los recién nacidos en el Hospital de Cruces. II. Longitud, perímetro cefálico e índice ponderal. *An Esp Pediat* 1966; **44**:55-59.
- 17 Gómez Ullate J: Curvas de peso, longitud, circunferencia craneal e índice ponderal desde la semana 27 a las 42 de gestación en los recién nacidos vivos en Cantabria. Tesis Doctoral. Santander. Universidad de Cantabria. 1993.
- 18 Alonso Ortiz T: ¿Qué tablas de crecimiento fetal deben usarse al nacimiento? *An Esp Pediat* 1997; **47**:333.