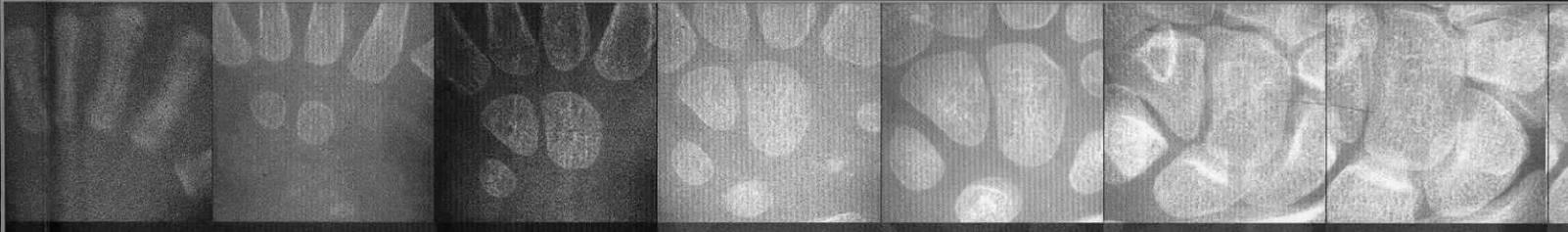


# Atlas de Maduración Ósea del Venezolano



Fundación Centro de Estudios sobre Crecimiento  
y Desarrollo de la Población Venezolana

FUNDACREDESA





## Atlas de Maduración Ósea del Venezolano



## Atlas de Maduración Ósea del Venezolano

Colección Estudio Nacional de Crecimiento  
y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela



Fundación Centro de Estudios  
sobre Crecimiento y Desarrollo  
de la Población Venezolana (FUNDACREDESA)



Primera edición, 2003

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

72dpi Multimedia S.A.

ISBN: 980-39-030-2

Depósito Legal: lf8320026103415

Derechos reservados

Impreso en Intenso Offset C.A., Caracas, Venezuela

**Fu de errata:**

**ISBN: 980-391-030-2**

**Depósito legal: lf78320026103415**

• **PRESIDENTE**

Dr. Hernán Méndez Castellano

• **MIEMBROS**

Dra. Mercedes E. López de Blanco

Dr. Domingo Maza Zavala

Dra. Iris González de Scholtz

Dr. Virgilio Bosch Román

Dr. Alberto Guinand Baldó

Dr. Pablo Herrera Campíns

Lic. Carlos Noguera Sánchez

# Investigadores y Técnicos

## Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela

### Dr. Hernán Méndez Castellano

INVESTIGADOR JEFE.

DISEÑO Y COORDINACIÓN GENERAL

#### • FAMILIA

---

Investigador Coordinador Adjuntos	Lic. María Cristina de Méndez (†) Lic. Belkis Mejías Lic. Lila Mateo Lic. Aída Blasco Lic. Cristina Mateo Dr. Gustavo Luis Carrera
Asesor Técnico	Sr. Luis Romero Sr. Marcos Rosario

#### • ANTROPOMETRÍA

---

Investigador Coordinador Adjuntos	Dra. Mercedes López de Blanco Dra. Maritza Landaeta de Jiménez Dra. Isbelia Izaguirre de Espinoza Dra. Coromoto Macías de Tomei
Asesores	Dra. Phyllis B. Eveleth Dr. Harvey Goldstein Dr. José Jordán Dr. James M. Tanner Sr. Reginald Whitehouse (†)
Supervisores	Sr. Alberto Briceño Sr. Edgar Vásquez Sra. Norka Chirinos
Lectoras de las radiografías	Lic. Moira Castañeda de Gómez Dra. Yolanda Riera Dra. Coromoto Macías de Tomei Dra. Isbelia Izaguirre de Espinoza

#### • CLÍNICA Y EPIDEMIOLOGÍA

---

Investigador Coordinador Adjuntos	Dr. Hernán Méndez Castellano Dra. Coromoto Macías de Tomei Dr. Armando Sánchez Jaeger
--------------------------------------	---

#### • PERSONALIDAD

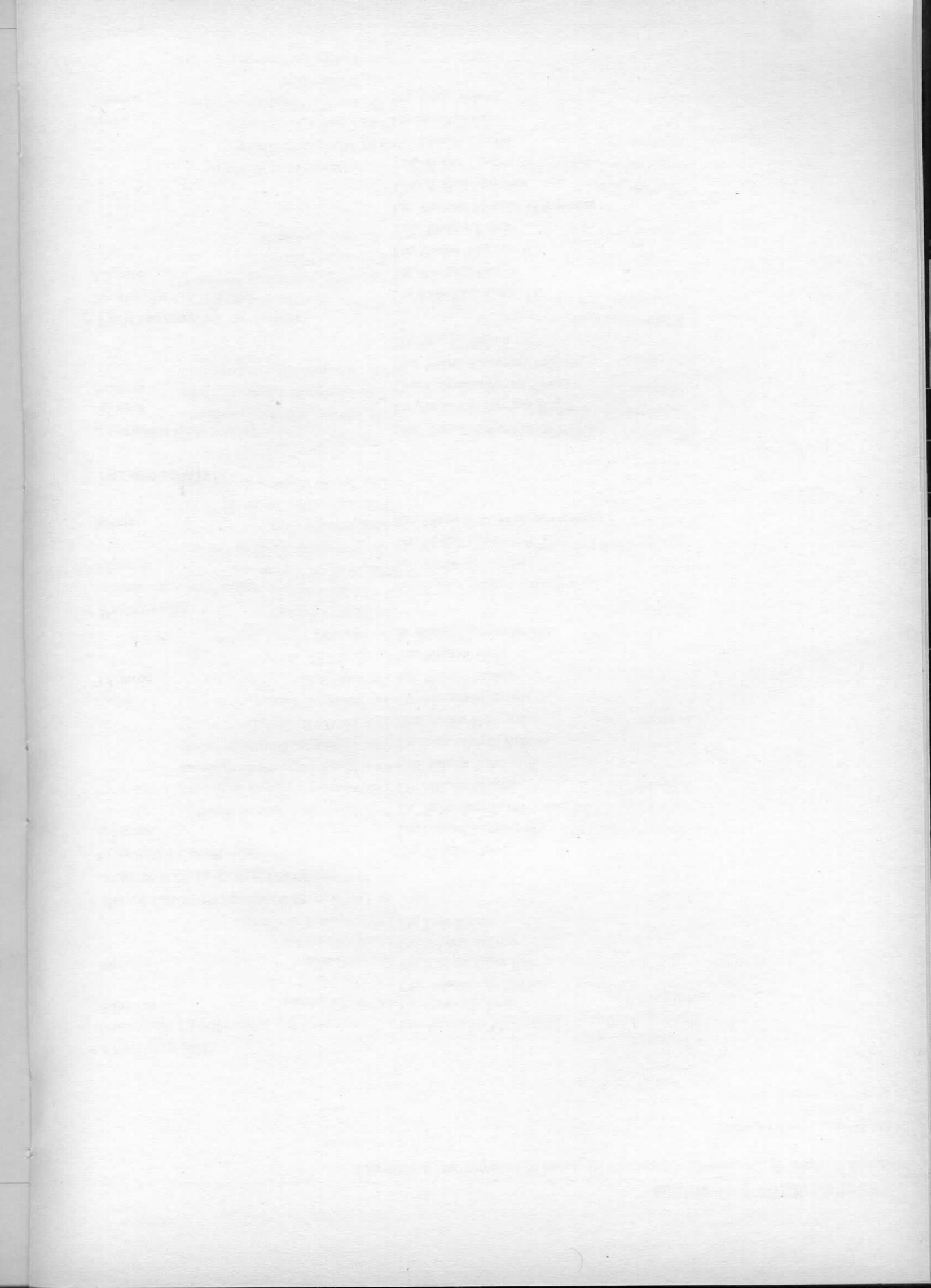
---

Investigador Coordinador Adjuntos	Dr. Hernán Méndez Castellano Lic. María Cristina de Méndez (†) Dr. Carlos Noguera C. Lic. Amarilis García
--------------------------------------	--

#### • NUTRICIÓN

---

Investigador Coordinador Adjuntos	Lic. Marlene Fossi de Mejías Lic. María Luisa Álvarez Lic. Omaira Rivas Pacheco
Asesores	Dr. Hernán Méndez Castellano Dr. Werner Jaffé Dr. Guillermo Tovar Escobar (†)



• **AUTORES**

Isbelia Izaguirre de Espinoza  
Coromoto Macías de Tomei  
Moira Castañeda de Gómez  
Hernán Méndez Castellano

• **ASESORES**

Carlos Noguera Carrillo  
Maritza Landaeta de Jiménez  
Mercedes López de Blanco  
Amarilis García  
Hernán Méndez Hernández

Decreto del M.S.A.S. N° SH-104 del 16 de marzo de 1994, publicado en la Gaceta Oficial N° 35.424: Resuelve: Tener como oficiales los valores de referencia derivados del estudio denominado «Proyecto Venezuela»\* para su uso en salud pública, en las áreas clínica-asistencial y de investigación.

Decreto del M.S.A.S. N° SG-1018 del 17 de marzo de 1995, publicado en la Gaceta Oficial N° 35.675: Resuelve: Declarar a la Fundación «Centro de Estudios Sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana» (FUNDACREDESA) Centro de Referencia del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social en materias de Investigación y Docencia relacionadas con el crecimiento y desarrollo integral del venezolano, en función de los cambios económicos, sociales y culturales del país.

\*Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH)

Al profesor J.M. Tanner por sus oportunas y valiosas sugerencias y por habernos permitido utilizar el material del Método Tanner-Whitehouse; igualmente por habernos transmitido su conocimiento y experiencias en el campo del crecimiento y maduración del niño y adolescente.

A la memoria del profesor R.H. Whitehouse, maestro en el entrenamiento para la lectura de las radiografías.

Muy especialmente a Jenny Mendoza por el esfuerzo, interés y paciencia demostrados a lo largo de todo este tiempo. Su ayuda constante fue fundamental para materializar este proyecto.

Al grupo de técnicos que semana a semana nos dieron la oportunidad de tener un intercambio fecundo y nos ayudaron a concretar ideas.

A Karina García, Osmán Coello, Edgar Vásquez, Omaira Gollo, Jhonny Acevedo, Elizabeth Cordero, Trinidad Noguera, Mónica Fernández, Ricardo Santeugini, Carolina Caropresse y Wilfredo Cabrera.

A todas las personas que directa o indirectamente nos han ayudado a continuar realizando aquello que hemos elegido como tarea en nuestras vidas y que día a día dan soporte a esta labor.

A los niños y jóvenes que conformaron la muestra.

• <b>PRESENTACIÓN</b>	1
• <b>PRÓLOGO</b>	7
• <b>ESTUDIO SOBRE LA MADURACIÓN ÓSEA</b>	9
Introducción	11
Estudio de la edad ósea (EDO)	12
Métodos para valorar la edad ósea	12
Metodología del estudio de la edad ósea del venezolano	13
Control de calidad para la toma de radiografías	14
Control de calidad de los datos	14
Control de calidad para la lectura de las radiografías	14
Características de la maduración ósea del venezolano	15
• <b>METODOLOGÍA DEL <i>ATLAS</i></b>	19
Muestra	21
Variables	21
Consolidación de la muestra	21
Metodología estadística	21
Selección de las radiografías para la elaboración del <i>Atlas</i>	22
Control de calidad para la lectura de las radiografías	22
Control de calidad para la digitalización de las radiografías	23
Selección de los estándares por grupos de edad y sexo	23
Selección de los indicadores de maduración	23
• <b>METODOLOGÍA PARA VALORAR LA EDAD ÓSEA</b>	25
Técnica para la toma de las radiografías	27
Metodología para la lectura de las radiografías	27
• <b>VARONES: ESTÁNDARES DE EDAD ÓSEA</b>	33
• <b>NIÑAS: ESTÁNDARES DE EDAD ÓSEA</b>	117
• <b>APLICACIÓN PRÁCTICA</b>	193
Cálculo de la edad cronológica decimal (ED)	195
Cálculo de la edad cronológica (EC)	196
Evaluación de la maduración ósea	196
Predicción de la talla adulta (TA)	198
Cálculo del potencial genético en talla de los padres (PP)	199
Ejemplo de evaluación de la maduración ósea	202
• <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	205
• <b>ANEXO</b>	213
Bases estadísticas	215
• <b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	233
• <b>PUBLICACIONES DE FUNDACREDESA</b>	237

## ESTRUCTURA Y DINÁMICA SOCIAL

Una situación social concreta es el resultado de la interacción, durante un espacio de tiempo, de los diferentes elementos de la estructura social. Una situación social determinada puede ser analizada de tal manera que se haga posible concluir si la sociedad se encuentra en desequilibrio o equilibrio y si este equilibrio es estable o inestable.

La estructura social está allí ofreciendo todas las posibilidades necesarias para realizar un análisis integrado sobre la sociedad, lo que exige la puesta en funcionamiento de instrumentos de análisis adecuados a las investigaciones con carácter multi e interdisciplinario. Los papeles o roles y sus interrelaciones dentro de un contexto social, constituyen el corazón de una estructura social. Para algunos investigadores de lo social, el análisis de la sociedad finaliza con el análisis de los roles de los miembros de la sociedad y sus interrelaciones. Para nosotros, investigadores preocupados por el desarrollo integral del hombre, el estudio de la sociedad es la interpretación de los roles y sus interrelaciones, pero también su interrelación con la ecología biótica, la abiótica y la ecología regida por lo económico y lo sociocultural. Con esta posición estamos lejos de sostener una visión atomizada del cuerpo social, y evitamos caer en el juego contradictorio de la multiplicidad de intereses de poder que inciden sobre las ciencias sociales.

Las desigualdades, con la terrible consecuencia de una gran injusticia social que cada vez más se ha venido acentuando con fuerza entre nosotros, nos impulsaron a emprender un estudio que nos permitiera conocer con precisión cuál es la estratificación social de Venezuela. En 1969, se nos presentó la oportunidad de aplicar, en la Cátedra que regentábamos en la escuela de Trabajo Social de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la UCV titulada «Seminario sobre Problemas Sociales del País», el método de estratificación social ideado por el profesor belga M.

Graffar. Lo seleccionamos debido a su condición de método compuesto que utiliza variables múltiples dependientes e independientes. En nuestra Cátedra trabajamos experimentalmente con el objeto de lograr la adaptación del Método Graffar a la realidad de la estructura social venezolana y, en consecuencia, obtener resultados valederos y confiables. Este método, con todas las modificaciones hechas, es sometido a prueba definitivamente dentro del llamado «Proyecto Venezuela», en el marco del Estudio Piloto del Estado Carabobo realizado en 1978, cuando es aplicado a una muestra de 3.700 familias, con lo que se logra su estandarización final. De inmediato, lo que ahora se conoce como Método Graffar-Méndez Castellano fue sometido a varias validaciones por profesionales calificados. Al mismo tiempo, en un taller efectuado en la OPS se analizan tres métodos: «Línea de Pobreza», «Necesidades Básicas No Satisfechas» y el «Método Graffar-Méndez Castellano». Se concluyó que este último es el más preciso y confiable, pues utiliza la información en forma óptima, porque no es dicotómico al nivel de las variables componentes y porque su ponderación se hace mediante el uso de técnicas de combinación lineal. Satisfechos con esta evaluación, el Método Graffar-Méndez Castellano pasa desde ese momento a ser considerado como el método oficial de estratificación a ser empleado por FUNDACREDESA en todas las investigaciones sobre la población venezolana.

## POBLACIÓN Y DESARROLLO

La vinculación entre población y desarrollo ha sido objeto de investigaciones que han utilizado diversas variables derivadas del enfoque demográfico. Se considera que un conglomerado humano es productor de desarrollo en la medida que contribuye al crecimiento de la producción de bienes y servicios económicos,

sociales y culturales, y es receptor del desarrollo si al mismo tiempo la población es beneficiada con una justa distribución de los bienes y servicios producidos, logrando así un buen nivel de bienestar social.

Tomando en cuenta esta concepción, en FUNDACREDESA nos hemos propuesto emprender una cuidadosa observación sobre Venezuela como productora y receptora de desarrollo. Para considerar que una nación tiene un buen desarrollo o está en la vía correcta para lograrlo, se hace necesario recopilar una amplia información sobre la planificación de su economía en cuanto a sus objetivos esenciales. Si lo esencial es que prevalezcan las metas globales de crecimiento económico, con descuido u olvido de metas específicas de crecimiento de la calidad de vida de la mayoría de la población en estado de pobreza relativa o crítica, esto traduce un marcado desinterés en cumplir con la población en cuanto a sus necesidades mínimas e indispensables que permitan considerar a la comunidad donde habita como una «sociedad sana», dentro de la clarificadora precisión que al respecto hace Erich Fromm:

*Una sociedad sana desarrolla la capacidad del hombre para amar a sus prójimos, para trabajar creadoramente, para desarrollar su razón y objetividad, para tener un sentimiento de sí mismo basado en el de sus propias capacidades productivas. Una sociedad insana es aquella que crea hostilidad mutua y recelos, que convierte al hombre en un instrumento de uso y explotación para otros, que lo priva de un sentimiento de sí mismo, salvo en la medida en que se somete a otros o se convierte en un autómeta.*

Una sociedad que merezca el calificativo de «sana» es aquella que atiende, además de las necesidades básicas de subsistencia, a las otras necesidades humanas, entre ellas la educación, considerada como el eje fundamental para alcanzar una personalidad que se acerque, en lo posible, al calificativo de integral. Una persona que merezca el calificativo de «bien educada», con seguridad, además de sus necesidades de

subsistencia ha satisfecho todas las otras necesidades humanas, tales como el desarrollo del entendimiento, de la participación, de las facultades creativas, de la conciencia de su identidad individual y social y del disfrute equilibrado del amor, la libertad y el ocio.

Es esa inquietud la que nos lleva a un grupo de investigadores sociales a plantear, en la Venezuela de 1975, la urgencia de emprender el «Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos (ENCDH)». Este estudio, inspirado en la nascente ciencia de la Auxología, iba más allá de ella y planteaba la necesidad de realizar un estudio completo sobre crecimiento y desarrollo humanos. Este proyecto de investigación, pionero en el ámbito mundial, se convirtió en el primigenio y auténtico Proyecto Venezuela, que luego vio usurpado su nombre por un partido político. Para la realización de este estudio fue creada FUNDACREDESA, Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana, la cual es una institución de derecho privado, de acuerdo con lo previsto por el decreto N° 1.671 de fecha 13 de julio de 1976, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.025, de fecha 19 de julio de 1976.

De acuerdo con el Artículo 2° del decreto de su creación, se le encomendaron los siguientes objetivos:

- a) Diseñar de acuerdo con los lineamientos contenidos en el Plan de la Nación y de las prioridades en él establecidas, un programa dirigido a la obtención de un mejor desarrollo físico, mental y social de la población venezolana.
- b) Realizar evaluaciones periódicas de la población venezolana en los aspectos físico, mental y social, mediante la utilización de métodos antropométricos, biomédicos, psicométricos y otros que se consideren pertinentes para la cabal realización de su cometido.
- c) Investigar la incidencia e influencia que sobre el desarrollo físico y mental de la población tienen el clima, tipo de vivienda, deportes, trabajo u ofi-

*cio, la alimentación y demás factores de carácter cultural y socio-económico.*

*d) Establecer relaciones a través del Ministerio de Educación y el Consejo Nacional de Universidades con los institutos de enseñanza media y superior a los fines de enseñar los conocimientos sobre los aspectos de Crecimiento y Desarrollo Humano y divulgar los resultados de la Fundación.*

*e) Realizar las demás investigaciones especiales que sean requeridas para el cumplimiento de su objeto.*

En estricto cumplimiento de sus objetivos institucionales, FUNDACREDESA ha ejecutado desde 1978, a lo largo del territorio nacional, diversos estudios, siendo los más destacados el Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela y las investigaciones sobre Condiciones de Vida del Venezolano.

FUNDACREDESA puede llegar a la conclusión, después de 26 años de trabajo, que posee, a grandes rasgos, tres activos fundamentales:

- Experiencia en estudios poblacionales y amplias relaciones de trabajo con universidades y entes de investigación, tanto nacionales como internacionales.
- Información politemática integral de los factores asociados a las condiciones de vida de la población venezolana, así como una amplia base de datos, con la cual se pueden realizar estudios que relacionen los diversos factores y múltiples causas que intervienen en la determinación de las condiciones de vida de la población.
- Profesionales y técnicos con capacidad para transmitir a grupos multidisciplinarios los conocimientos y técnicas que ha desarrollado la institución en su larga trayectoria, así como la orientación necesaria en el desarrollo y ejecución de investigaciones poblacionales.

Con esa amplia visión del desarrollo humano que hemos venido señalando, FUNDACREDESA planificó y ejecutó el Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos

(ENCDH) para indagar sobre el crecimiento integral, en función de conseguir valores oficiales de referencia para el crecimiento físico, mental y social del niño venezolano. Las hipótesis formuladas por la investigación fueron las siguientes:

- El factor genético no constituye un límite al crecimiento y desarrollo normales del venezolano.
- Entre los factores inhibidores del crecimiento y desarrollo normales en Venezuela, la alimentación es, jerárquicamente, el de mayor importancia.
- Los niveles económicos y culturales de la familia venezolana son igualmente factores que influyen desfavorablemente en el crecimiento y desarrollo normales, por lo que consideramos que las variables indicadoras del crecimiento y desarrollo investigadas en la clase media alta deberían ser consideradas como patrones de referencia para el país, en atención a que ese estrato social se desenvuelve en condiciones que podríamos llamar óptimas.

La investigación se llevó a cabo en todo el territorio nacional sobre una muestra de 69.306 sujetos, los cuales fueron seleccionados por métodos aleatorios. Del total de la muestra, 59.447 sujetos fueron seleccionados en instituciones docentes y asistenciales y 7.859 en forma no institucional. La muestra se desagregó de la siguiente manera: por estrato social, por regiones y por condición urbano-rural.

La principal característica de esta investigación es la misma que hoy FUNDACREDESA mantiene como norma de trabajo, en el sentido de que las indagaciones en el campo de las ciencias deben cumplir, además de lo relacionado con el orden científico, el estar orientadas al conocimiento y solución de la multiplicidad de problemas que presenta la nación venezolana.

La investigación estuvo acompañada de un amplio estudio sobre la economía de la familia, sus patrones educativos, sus relaciones con la comunidad, así como el conocimiento

de su estado nutricional, incluyendo patrones de consumo y hábitos alimentarios. Para completar la investigación se realizaron estudios sobre algunos aspectos indicadores del mundo espiritual y cultural del venezolano, indagaciones sobre creencias, tabúes, conocimientos culturales y artísticos. Todo con el objeto esencial de lograr un acercamiento al sentido de pertenencia de la nación venezolana.

Este estudio nacional tuvo como áreas fundamentales las siguientes: Antropometría, Bioquímica, Desarrollo cognoscitivo, Desarrollo neuropsiquiátrico, Desarrollo sensorial, Desarrollo odontológico, Desarrollo óseo, Desarrollo sexual, Encuesta de familia y Encuesta nutricional.

Como una síntesis de lo logrado en esta indagación nacional, se pueden señalar los tres logros más importantes conseguidos: 1) patrones nacionales de crecimiento y desarrollo del niño; 2) un indicador de la salud pública, que relaciona el crecimiento del niño con los factores físicos, económicos, sociales y culturales que lo modifican; 3) la utilización de la estratificación social para la valoración de la calidad de vida, como un indicador confiable del nivel de desarrollo regional y nacional.

#### LA GENÉTICA EN LA MADURACIÓN ÓSEA

El análisis inmunogenético de la población venezolana incluye a toda la población mestiza estudiada en Venezuela. La muestra total de 711 individuos, excluidos los indígenas de Perijá, se distribuye por regiones de la siguiente forma:

Región Capital	N= 181 muestras
Región Central	N= 88 muestras
Región Nor-Oriental	N= 105 muestras
Región Centro-Occidental	N= 154 muestras
Región Los Andes	N= 91 muestras
Región Los Llanos	N= 16 muestras
Región Zulia	N= 65 muestras
Región Guayana	N= 11 muestras

Se estudió un total de 27 antígenos del sistema HLA: 9 especificidades del *locus* A y 18 de *locus* B. Los resultados se expresaron en términos de frecuencias génicas para los antígenos de los *locus* A y B. Se incluyen en las tablas las frecuencias génicas de otras poblaciones con el objeto de comparar los datos obtenidos. De igual forma se presentan los resultados del análisis por regiones, con el objeto de visualizar las diferencias existentes entre éstas.

Los resultados muestran que las especificaciones que se observan con mayor frecuencia en la población mestiza venezolana son el A2, A9, Aw19, B5, B12 y B35. Cuando comparamos con otras poblaciones, se distinguen claras diferencias. A saber, el antígeno A1, típicamente caucasoide y con frecuencia muy bajo en negros y casi ausente en indígenas, se encuentra en nuestra población con una frecuencia menor (estadísticamente significativa) que en el grupo caucasoide, pero muy superior a los demás grupos como consecuencia del mestizaje. Lo mismo ocurre para el A y el A11, los cuales se presentan con mayor frecuencia que la observada en negros africanos e indígenas latinoamericanos, y explica su disminución no significativa con respecto al tipo caucasoide.

El antígeno Aw19 está casi ausente en caucosoides españoles e indígenas latinoamericanos, siendo la diferencia estadísticamente significativa entre ambas poblaciones.

Con respecto al *locus* B, tenemos que los antígenos más frecuentes son el B5, B12 y B35. El B12, de origen caucasoide, se presenta en nuestra población con una frecuencia significativamente menor, pero mayor que en indígenas latinoamericanos, donde el antígeno está prácticamente ausente.

En cuanto a los antígenos B5 y B35, los cuales son de origen indígena, los tenemos en nuestra población con una frecuencia significativamente mayor que en caucosoides españoles y negros africanos, inclusive ligeramente aumentado respecto a los propios indígenas latinoamericanos;

recuérdese el origen mongoloide de estos antígenos y su alta prevalencia en poblaciones indígenas venezolanas (yanomami y warao).

El antígeno B17, marcador de origen negroide, se observa con muy baja frecuencia en nuestra población, menor inclusive que la frecuencia observada en caucásicos.

El antígeno B40, típicamente indígena y casi ausente en negros, se observa con frecuencia baja, similar a la encontrada en los caucasoides.

El antígeno Bw42, también marcador de origen negroide, se encuentra casi ausente en la población estudiada.

Como conclusión, podemos decir que la población venezolana es mestiza y que desde el punto de vista genético podemos considerarla dentro de un equilibrado nivel de homogeneidad. Estos resultados nos han permitido afirmar que el crecimiento y desarrollo del niño venezolano están marcados predominantemente por la influencia ambiental y sociocultural.

En Venezuela existe como antecedente, con relación al tema de la maduración ósea, un trabajo efectuado a partir de 1950 por el doctor Luis E. Gámez E., jefe del Servicio de Radiología del Instituto Nacional de Puericultura, que para entonces estaba bajo mi dirección. Este trabajo fue publicado en *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, volumen XXI, julio-septiembre, N° 69, en 1958. Con una muestra total de 8.296 radiografías seleccionadas, se presentó al uso de pediatras y endocrinólogos un pequeño atlas desde el nacimiento hasta los 7 años. Aun cuando esta publicación en la actualidad no es usada, considero que es un acto de justicia señalarla como el primer intento de hacer un atlas sobre el crecimiento del venezolano.

Esperamos que el presente *Atlas*, que cierra el ciclo de la Colección Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela, sea de utilidad a nuestros colegas pediatras, especialistas en auxología, endocrinólogos, especialistas en medicina deportiva, antropólogos y todos

aquellos profesionales de cualquier disciplina interesados en el desarrollo óseo en Venezuela, América Latina y el Caribe, cuyas poblaciones son sensiblemente parecidas.

FUNDACREDESA, presenta esta publicación siguiendo su línea institucional, enmarcada en una indagación permanente sobre las interacciones existentes entre el ambiente, en el sentido ecológico más amplio, y las poblaciones humanas asentadas en Venezuela.

Podemos concluir que nuestras investigaciones nos han permitido acercarnos a la comprobación de una de nuestras hipótesis: que el factor genético no constituye una limitante al crecimiento y desarrollo normales del niño venezolano. Igualmente, nos hemos aproximado a las corrientes científicas modernas que mantienen que la sobrevivencia del Hombre ha sido posible gracias a dos condiciones fundamentales propias de la especie humana: la adaptación al medio ambiente, y su interacción con él y con los otros seres vivos.

Precisamente, los conocimientos modernos sobre ecología de las especies vivientes han demostrado que la vida es solamente posible cuando viven en comunidad agrupaciones de individuos de diferentes especies. Dicho de otra manera, no existe la vida en términos abstractos, sino seres vivos interrelacionados recíprocamente y al mismo tiempo con el ambiente que los rodea.

Dr.  
**Hernán Méndez Castellano**  
Presidente de FUNDACREDESA



El *Atlas de Maduración Ósea del Venezolano* es una publicación dirigida a profesionales de la salud, específicamente a todos los que intervienen en la evaluación del crecimiento y la maduración individual.

Es indudable que para señalar diferencias en el crecimiento y en la maduración se debe conocer muy bien el concepto de variación individual normal. El término «normal» puede referirse a un estándar ideal u óptimo, como también a lo que ocurre con cierta frecuencia; con esto se introduce el concepto estadístico de frecuencia y probabilidad. En los estándares de referencia para evaluar el crecimiento y la maduración, se usan los percentiles como medidas de dispersión.

Los límites para definir la normalidad son varios; algunos utilizan percentiles extremos, por ejemplo los percentiles 3 y 97 o los percentiles 5 y 95; otros usan los percentiles 10 y 90. El profesor J.M. Tanner señala que los percentiles o centiles fueron la base para la mayoría de los estándares de crecimiento desde 1875, año en que Galton los creó, y tienen como ventaja que sirven para explicar la desviación en el crecimiento de un niño con respecto a su grupo.

Dentro de la variabilidad normal, debe considerarse el ritmo de maduración o *tempo*. El madurador promedio es el niño que presenta un desarrollo acorde con su edad cronológica y crece dentro de un canal de forma más o menos estable. El niño que madura temprano inicia su brote puberal antes que el madurador promedio; por el contrario, el madurador tardío inicia su brote puberal después que el promedio. Por esta razón, los maduradores tempranos y los tardíos pierden

temporalmente su canal original, volviendo a él al final del crecimiento.

La parte dinámica de este crecimiento, llamado compensatorio —ya que compensa un adelanto o un retardo— es el llamado *catch-up growth* o *catch-down growth* fisiológico de los anglosajones. El primero consiste en una aceleración del crecimiento, seguida por una desaceleración, mientras que el segundo se caracteriza por una desaceleración del crecimiento, seguida por una aceleración.

Los valores de referencia son datos o cifras agrupadas, utilizadas como referencia para comparar poblaciones; mientras que los estándares, normas o patrones de referencia son datos utilizados como una meta e incluyen un juicio de valor. Frecuentemente los valores de referencia se han empleado como una meta, tal es el caso de las referencias norteamericanas en peso y talla del National Center for Health Statistics (NCHS), que en muchas partes del mundo se usan incorrectamente para el seguimiento del crecimiento individual de los niños.

La selección de valores de referencia depende de si se trata de un sondeo, una sola visita, un despistaje o de un seguimiento clínico. La conveniencia de usar referencias locales en contraposición al uso de una referencia única internacional, es una discusión de larga data y parece que no va a tener una solución definitiva.

Todo indica que seguirán existiendo expertos que favorecen las referencias locales y otros que apoyan la referencia internacional. ¿Por qué? Porque hay factores a considerar en ambos puntos de vista. Es importante hacer notar que en América Latina sólo cuatro países tienen referencias nacionales: Argentina, Brasil, Cuba y Venezuela. Además, muchos expertos continúan

pensando que el crecimiento de todas las poblaciones sanas, al menos hasta los siete años, es semejante.

Sin embargo, cuando se considera la maduración, la variabilidad entre poblaciones es mayor, razón por la cual los errores en la clasificación y el diagnóstico pueden ser muy grandes. Por esto es importante la elaboración y el uso de valores de referencia locales o regionales en las variables de maduración.

La maduración cobra mayor relevancia cuando se considera que para la evaluación del crecimiento, la edad cronológica es mucho menos importante que la edad biológica. Los errores en el diagnóstico pueden ser muy altos —en particular durante la pubertad—, sobre todo en los varones, y mayores en el peso que en la talla.

Se han propuesto ajustes para la talla, de acuerdo con el estadio de maduración sexual, y se han trazado curvas de distancia y de velocidad de acuerdo con el ritmo de maduración o *tempo*. Sin embargo, lo ideal es una variable de maduración que se pueda emplear para ambos sexos y durante todo el crecimiento. Tal es el caso de la maduración esquelética.

En 1990 Eveleth y Tanner afirmaron que no se deben utilizar las referencias norteamericanas o los estándares británicos para emitir un juicio de valor sobre un niño genéticamente muy distinto, como por ejemplo un niño asiático. Estos investigadores proponen que los países —o por lo menos las regiones— elaboren sus propios estándares basándose para la evaluación clínica en sujetos bien nutridos. Esto tiene aún más vigencia en la época

de la pubertad, cuando las diferencias entre las poblaciones son mayores.

La limitación de las referencias internacionales para la evaluación de un individuo durante la pubertad fue señalada por los participantes del Taller sobre Evaluación Nutricional Antropométrica en América Latina, celebrado en Caracas en 1994, aun cuando no hubo consenso.

En efecto, en los resultados del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela, ejecutado por un equipo de investigadores de FUNDACREDESA, así como en los resultados del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas, se encontraron diferencias importantes en el patrón de maduración ósea de los venezolanos al compararlos con el patrón británico y con el norteamericano de referencia.

En atención a la recomendación de muchos expertos en cuanto a elaborar y utilizar, cuando sea posible, estándares de crecimiento y maduración para cada población y tomando en consideración las diferencias entre el patrón de maduración de los venezolanos y los de referencia, se estableció como prioridad elaborar nuestras propias referencias de crecimiento físico y de maduración sexual y ósea, las que fueron publicadas en 1995.

En esta oportunidad, la publicación del *Atlas de Maduración Ósea del Venezolano* es un aporte sin precedentes, testimonio inconmensurable del compromiso asumido por un grupo de venezolanos para la vigilancia del crecimiento y maduración de los niños, como una de las expresiones más importantes del desarrollo humano en nuestro país.

**Dra.**  
**Mercedes López de Blanco**  
Asesora de la Dirección  
de Investigaciones Biológicas  
de FUNDACREDESA





## Estudio sobre la maduración ósea

## INTRODUCCIÓN

Estudios sobre crecimiento y maduración en nuestro país han determinado que el niño o adolescente venezolano presenta, al igual que otras poblaciones, gran variabilidad en su ritmo o *tempo* de crecimiento (López Contreras-Blanco y col., 1986a, 1986b; López-Blanco y col., 1994, 1995a, 1995b; Macías-Tomei y col., 2000a, 2000b). El ritmo o *tempo* de maduración está determinado genéticamente, pero los factores ambientales tienen una gran influencia sobre él (Eveleth y Tanner, 1990); esta interrelación genético-ambiental determina que en la población existan niños de crecimiento lento, llamados maduradores tardíos, otros de crecimiento promedio y niños de crecimiento rápido, llamados maduradores tempranos (Tanner, 1978; Bogin, 1988).

La edad ósea constituye el indicador de madurez biológica más útil, pues otros indicadores tradicionalmente utilizados, como son «edad dental», «edad de desarrollo sexual», «edad de desarrollo neurológico» y «edad morfológica» se limitan a ciertas etapas de la vida y muestran gran variabilidad, en especial durante la etapa de la pubertad (Izaguirre-Espinoza y col., 1991); por esta razón, la verdadera edad biológica de un individuo durante su crecimiento sólo se puede obtener de su edad ósea, ya que se puede estimar desde el período neonatal hasta el final del crecimiento (Tanner, 1978).

En Venezuela, en la década de los 80 se realizan dos estudios de crecimiento y desarrollo, uno de corte transversal, el Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH, 1981-1987) (Méndez Castellano y col., 1996), y otro longitudinal entre niños de estratos altos, el Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (ELAMC, 1976-1982) (López Contreras-Blanco y col., 1986a, 1995a). El ENCDH tuvo como finalidad conocer las características biológicas, sociales y culturales de la población venezolana y establecer patrones de crecimiento físico y de maduración de los niños y adolescentes, evaluando la influencia que sobre ellos tienen muy especialmente

la nutrición y las condiciones socioeconómicas y ambientales. Estos estudios señalan que los venezolanos de estratos altos son semejantes en su crecimiento a los niños de países industrializados y presentan un mejor crecimiento que los de estratos bajos, diferencias que se establecen desde los dos años y permanecen entre los adultos; igualmente, los niños urbanos son más altos y pesados que los rurales.

Los venezolanos, especialmente durante la etapa de la pubertad, muestran grandes diferencias cuando son comparados con las referencias utilizadas internacionalmente: son más pequeños, más livianos, tienen menos músculo, más grasa central y son de maduración temprana. Los eventos puberales en talla y peso ocurren a edades más tempranas, pues el inicio del desarrollo sexual es de ocho meses antes entre los varones y de seis meses entre las niñas cuando se les compara con la referencia británica. La edad de la menarquia ocurre en promedio a los 12,6 años, medio año antes que en las niñas inglesas; aún en las niñas de estratos sociales bajos y en las del área rural, es 0,3 y 0,2 años respectivamente más temprana (López Contreras-Blanco, 1986b, 1991a; López-Blanco, 1994, 1995b, 1996; Izaguirre-Espinoza, 1997; Macías-Tomei, 2000b). La talla y el peso promedio del hombre y la mujer venezolanos es de 170,6 cm y 60 kg y de 157,8 cm y 52,7 kg respectivamente, con un dimorfismo sexual a los 19 años de 12,6 cm y 8 kg (López-Blanco y col., 1996).

Los cambios en el crecimiento y maduración físicos en los niños venezolanos se producen a edades muy diferentes, de acuerdo con el ritmo de maduración que establece la variabilidad normal, por ejemplo entre un madurador temprano, promedio o tardío. Las diferencias significativas en el ritmo o *tempo* de crecimiento y maduración que caracterizan a los venezolanos, limitan el uso de las referencias internacionales para evaluar la maduración del niño o adolescente venezolano (Pereira de Limongi, y col., 1980; Farid y col., 1981; López-Blanco y col., 1981, 1987, 1995c, 1999; López Contreras-Blanco, 1986b, 1991a, 1991b, 1992; Iza-

guirre-Espinoza y col., 1989a, 1989b, 1992, 1994, 1997, 1999; Landaeta-Jiménez y col., 1991; Macías-Tomei y col., 2000a).

En 1995 se publican las características de la maduración ósea de los venezolanos, para la cual se tomaron como referencias el método Greulich-Pyle (Greulich y Pyle, 1959) y el método TW2 (Tanner y col., 1983), del ENCDH (López-Blanco y col., 1996) y del ELAMC (López-Blanco y col., 1995a), encontrándose que existen diferencias altamente significativas cuando se les compara con la referencia utilizada internacionalmente (Tanner y col., 1983; Greulich y Pyle, 1959).

Las razones antes señaladas motivaron la elaboración del presente *Atlas de Maduración Ósea del Venezolano*, basado en los datos emanados de los estudios ya mencionados.

#### ESTUDIO DE LA EDAD ÓSEA (EDO)

La edad ósea resulta del análisis de una radiografía de muñeca y mano izquierda, la cual representa una útil herramienta para indicar si el niño o adolescente presenta adelanto o retardo en su crecimiento, así como también para conocer si ese adelanto o retardo es normal para la población de referencia.

Una de sus aplicaciones más importantes es la predicción de la talla adulta, que junto con la talla del niño o adolescente y el potencial genético en talla de ambos padres permiten caracterizar las variantes normales del crecimiento y la maduración, y es útil al profesional de la salud para diferenciarlas de las variantes patológicas (López-Blanco y col., 1991; Espinoza, 1998).

La EDO guarda una buena correlación con la edad de la menarquia, siendo la desviación estándar entre estas dos variables de 0,4 años (Marshall, 1974; Marshall y Limongi, 1976); también es útil para el monitoreo de numerosos tratamientos médicos y dietéticos. La edad ósea se estima del análisis de los cambios o transformaciones secuenciales que ocurren en las epífisis de los huesos largos y los huesos del carpo durante el crecimiento; debido al ritmo o *tempo* de maduración, la edad y el modelaje del esqueleto progresa en fases con diferentes grados de intensidad (Matkovic,

1996). Se fundamenta en el reconocimiento de «indicadores de maduración», que varían según el hueso estudiado. En el momento del nacimiento en las radiografías sólo son visibles las diáfisis, pero a medida que avanza la edad se hacen visibles las epífisis, las cuales adquieren una serie de características que indican su grado de maduración y el cartílago va desapareciendo, independientemente de la edad cronológica, hasta que el hueso alcanza la forma adulta (Tanner y col., 1962, 1975, 1983, 2001).

#### MÉTODOS PARA VALORAR LA EDAD ÓSEA

La muñeca y la mano, en la práctica, son las zonas más convenientes para valorar la maduración ósea, no sólo porque allí existen centros de osificación que suministran una gran información, sino también por encontrarse lejos de las gónadas y necesitar menos irradiación (Tanner y col., 1975, 1983, 2001; Canelón, 1987). Sin embargo, se han descrito otras metodologías, tales como la propuesta por Pyle y Hoerr en 1969 (Pyle y col., 1969) y los métodos RWT (Roche y col., 1975), Vincent-Hugon (Vincent y col., 1962) y Nicoletti (Nicoletti, 1991), que utilizan la aparición de los núcleos de osificación de la rodilla, tobillo y rodilla, y miembro superior respectivamente.

El primer método basado en la osificación del carpo u otro hueso de la mano fue el de Pryor, creado en 1907 (Todd, 1937). En 1937 Todd publica el primer Atlas de edad ósea para su uso en la práctica clínica (Todd, 1937) y, en 1959, el Atlas de Greulich-Pyle, el cual todavía se usa en la práctica clínica y consiste en una serie de estándares con los cuales se compara la radiografía de muñeca y mano izquierda en estudio (Greulich y Pyle, 1959).

Estos estándares se basan en aquellas características de los huesos que pueden ser vistas en una proyección dorso-palmar; estos indicadores de maduración aparecen regularmente en un orden definido e irreversible, que señala el progreso de los centros de osificación hacia la madurez. La secuencia y variabilidad de aparición de los centros de osificación del carpo fue descrita por varios autores (Greulich y Pyle, 1959; Garn, 1960; Johnston, 1965; Acheson,

1966); Roche y colaboradores han publicado una serie de resultados en maduración ósea en niños y jóvenes de la población norteamericana (Roche y col., 1974, 1975a, 1976, 1978).

El primer método basado en puntuaciones de maduración fue introducido por Acheson en 1954 (Tanner y col., 2001), ampliado por Tanner y colaboradores en 1962 quienes elaboraron el método TW2, el cual se basa en los diferentes estadios de maduración por los cuales atraviesan las epífisis de los huesos largos y los huesos del carpo (Tanner y col., 1962). Este método fue modificado y actualizado en dos oportunidades, 1975 y 1983 (Tanner y col., 1975, 1983). Posteriormente Roche y colaboradores proponen un nuevo método utilizando la muestra del FELS y tomando en consideración el Método de Greulich-Pyle y el TW2 (Roche y col., 1988). En 1991 se publica el Método Numérico de Valoración de la Maduración Ósea en los dos primeros años de vida (SHS), basado en el estudio de una radiografía lateral de tobillo y pie izquierdo (Hernández y col., 1991). En el año 2001 se publica el método TW3, el cual presenta diferencias en los percentiles de maduración, la EDO y la predicción de talla adulta (Tanner y col., 2001).

Para la evaluación de la maduración ósea se han propuesto otros métodos, como los implementados por Taranger y colaboradores (Taranger y col., 1976) y Nicoletti (Nicoletti y col., 1978), autores que utilizan el punto medio entre los estadios de maduración, aplicando los métodos *Probit* o *Logit*. Las mayores diferencias descritas entre métodos publicados se deben a la variabilidad individual y poblacional que presenta la maduración (Aicardi y col., 2000); de igual forma, se describen diferencias individuales, aun con el mismo método de evaluación (Benso y col., 1997).

En cuanto a la población latina, se han publicado los resultados de las investigaciones del profesor Jordán y colaboradores en la población cubana (Jordán, 1979); Hernández y colaboradores entre los españoles (Hernández y col., 1991); Nicoletti y colaboradores reportan en el año 1991 los percentiles de maduración ósea en la población italiana (Nicoletti, 1991); Canals y col. publican en 1993

los resultados del seguimiento longitudinal de 2 cohortes (0 a 6 años y 6 a 20 años) en maduración ósea de niños y adolescentes chilenos (Canals y col., 1993). Guimarey y Pucciarelli proponen en 1996 para la estimación de la edad ósea, cinco grupos o patrones de maduración de las epífisis y algunos de los huesos del carpo (Guimarey y Pucciarelli, 1993).

#### METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE LA EDAD ÓSEA DEL VENEZOLANO

El ENCDH, investigación que realizó FUNDACREDESA entre los años 1981-1987, fue un estudio nacional integral cuyo objetivo principal fue establecer la identidad del venezolano desde el punto de vista biológico, social y cultural. Se realizó en todo el país y la muestra estudiada fue de 69.306 sujetos pertenecientes a familias de cinco estratos sociales, clasificadas según el método Graffar-Méndez-Castellano (Méndez Castellano y Méndez, 1994). Entre sus objetivos se destacó el establecer valores de referencia de crecimiento y maduración física (sexual y ósea), y para lograr este objetivo se planteó el análisis de comportamiento de la maduración ósea del venezolano, evaluar la influencia que sobre ella tienen la nutrición y las condiciones socioeconómicas y comparar los resultados con estudios internacionales. La muestra estaría representada por 10% de la muestra nacional, pero posteriormente se llevó a 15% con la finalidad de cubrir el número de sujetos previstos en el diseño del estudio, ya que hubo pérdida en algunas zonas rurales en donde se encontraron dificultades en relación con el voltaje de la energía eléctrica que se requería para operar el equipo radiográfico (López-Blanco y col., 1996).

El profesor R.H. Whitehouse, del Instituto de Salud Infantil de Londres, entrenó al personal técnico antropometrista en la toma de las radiografías de muñeca y mano izquierda según lo recomendado en el ámbito internacional, y utilizado en otros estudios de crecimiento y maduración (Tanner y col., 1969). Se tomaron 10.313 radiografías de muñeca y mano izquierda, de las cuales 13,52% resultó de mala calidad; la muestra se redujo a 8.919

radiografías, de la cual se eliminaron 164 casos (1,84%), cuyos resultados estaban fuera de los límites que se establecieron para validar el comportamiento de las variables de maduración ósea con otras variables de maduración sexual, talla y peso.

La lectura de las radiografías se hizo con los métodos TW2 (Tanner y col., 1983) y Greulich-Pyle (Greulich y Pyle, 1959), por cuatro lectores entrenados y estandarizados por el profesor R.H. Whitehouse para el primer método señalado. Durante la investigación se implementó un control de calidad tanto para la toma como para la lectura de las mismas (López-Blanco y col., 1996).

#### **Control de calidad utilizado para la toma de radiografías**

El control de calidad continuo se realizó a dos niveles: el primero estuvo a cargo del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) (López-Blanco y col., 1996), y consistió en la revisión y calibración de los equipos portátiles de radiografía y el control mensual de la dosimetría del personal encargado de ellos. El segundo nivel se realizó tanto en campo como en FUNDACREDESA. En campo, el control de calidad individual consistió en el mantenimiento y calibración de los aparatos de radiografía y la protección radiológica tanto del técnico como del sujeto-muestra. El control de calidad en la toma de radiografías y el cálculo de la tasa de error fue realizado por el supervisor, estableciéndose como límite arbitrario para el reentrenamiento una tasa de error igual o mayor a 10%. En FUNDACREDESA se efectuó el control relacionado con la calidad de las radiografías, fijándose como límite arbitrario una tasa de error menor o igual a 5% (López-Blanco y col., 1996).

Para el control de calidad periódico se efectuaron sesiones de estandarización al final del entrenamiento, tanto para el técnico antropometrista como para el lector. La primera sesión de estandarización en la toma de radiografías se hizo con el profesor R.H. Whitehouse, y las otras las coordinó el médico supervisor (López-Blanco y col., 1996).

#### **Control de calidad de los datos**

Se elaboraron programas *ad hoc* para la obtención de la EDO TW2. Cada letra asignada según el estadio de maduración, se convirtió en puntuaciones, cuya sumatoria se llevó a las tablas de referencia para determinar la EDO TW2-20H, EDO TW2-HL y EDO TW2-HC (Tanner y col., 1983). Asimismo se diseñó una serie de programas de emisión de reportes con la totalidad de los datos para cada una de las variables, ordenados por sexo y edad.

La información transcrita fue sometida a un proceso de validación, consistente en la revisión de: a) 10% de la transcripción; b) cuando el error de transcripción fue superior a 5%, se revisó el total, y c) en forma individual para cada una de las variables, se revisaron los listados de puntuaciones y edades óseas por sexo, edad cronológica y rangos establecidos.

Posteriormente, para cada sujeto se analizó el porcentaje de maduración ósea alcanzado, fijando como límite inferior el 65% de maduración (Tanner y Whitehouse, 1967), encontrándose que un alto número de individuos con porcentajes de maduración menor o igual a este límite resultaron normales, razón por la cual el punto de corte se amplió a 50%-150%. En los sujetos con porcentajes de maduración entre 51% y 64% se analizó su comportamiento en relación con las otras variables de maduración ósea, maduración sexual, talla y peso, y el dato se aceptó cuando guardaban armonía biológica. Finalmente se analizaron las distribuciones de frecuencia para cada variable, por grupo de edad y sexo, y se identificaron todos los individuos por fuera de  $\pm 2$  desviaciones típicas. Si el sujeto tenía un porcentaje de maduración ósea por debajo de los rangos establecidos, el dato se eliminó (López-Blanco y col., 1996).

#### **Control de calidad para la lectura de las radiografías**

Para la lectura de las radiografías el control de calidad consistió en la duplicación intralector, además de la replicación interlector y lector-supervisor. Cada lector duplicó 5% de sus radiografías leídas, fijándose para su reentre-

namiento una tasa de error igual o mayor a 10% en el cambio de criterio en cuanto a madurez del hueso. Cada lector y supervisor replicó el 10% de las radiografías leídas, considerando significativo para su reentrenamiento un desvío igual o mayor a dos estadios de maduración. En el transcurso de la investigación se realizaron dos sesiones de estandarización con el profesor R.H. Whitehouse (López-Blanco y col., 1996).

### CARACTERÍSTICAS DE LA MADURACIÓN ÓSEA DEL VENEZOLANO

Las niñas venezolanas resultaron con una EDO más adelantada que los varones; igualmente, los venezolanos de estratos sociales altos (ESE I, II y III), según el método Graffar-Méndez Castellano (Méndez Castellano y Méndez, 1994) tienen una maduración ósea más adelantada que los de los estratos sociales bajos (IV y V); las diferencias entre estratos sociales fueron mayores en los varones (Figuras 1 y 2).

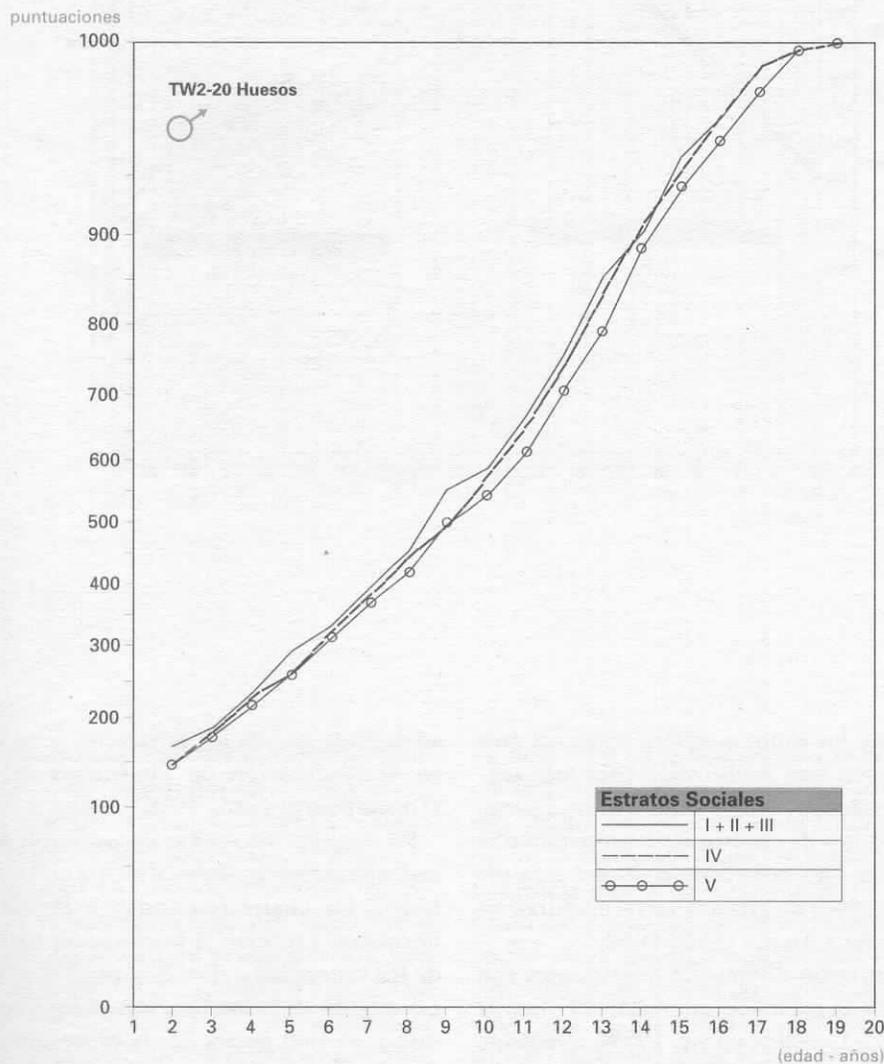
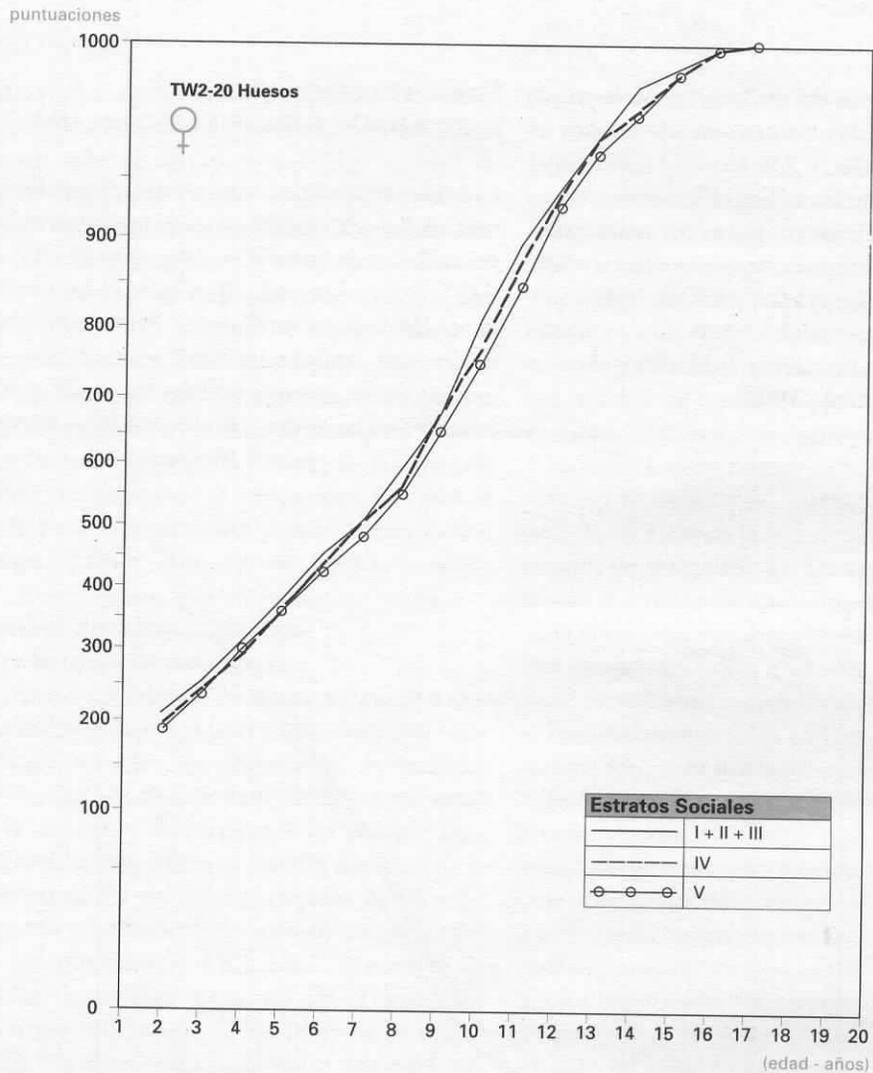


Figura 1  
Diferencias en puntuación de TW2-20 Huesos en varones según estrato social

• Fuente:  
Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH), 1996

Figura 2  
Diferencias en puntuación  
de TW2-20 Huesos en niñas  
según estrato social



Fuente:  
Estudio Nacional  
de Crecimiento y Desarrollo  
Humanos de la República  
de Venezuela (ENCDH), 1996

Igualmente, los niños y adolescentes del área urbana tienen una maduración ósea más adelantada que los del medio rural. Por otra parte, los venezolanos de estratos altos presentan una maduración ósea semejante a los del área urbana y los niños de estratos bajos maduran en forma similar a los del medio rural.

Se encontraron diferencias importantes con los patrones de referencia internacional (Tanner y col., 1983; Greulich y Pyle, 1959), altamente significativas en la maduración de los huesos largos (RUS), la cual resultó especialmente más

adelantada que en los británicos, y un retardo en la maduración de los huesos del carpo (López-Blanco y col., 1996) (Figuras 3 y 4).

En maduración ósea se encontraron diferencias significativas, especialmente en los huesos largos, las cuales responden a la influencia hormonal y reflejan la maduración adelantada de los venezolanos. Por el contrario, se encontró retardo en la maduración de los huesos del carpo, lo cual parece ser la expresión de una característica particular de la población venezolana, también presente en los niños y

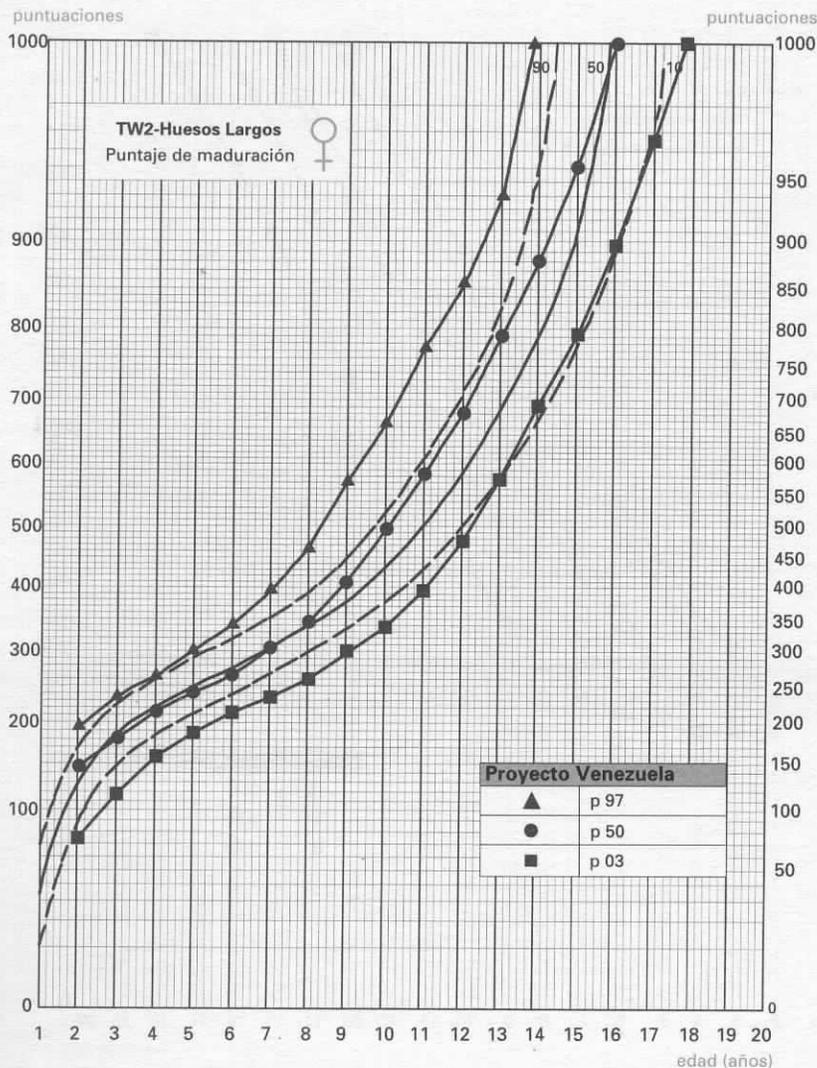


Figura 3  
Diferencias en puntuación  
de TW2-Huesos Largos  
en niñas

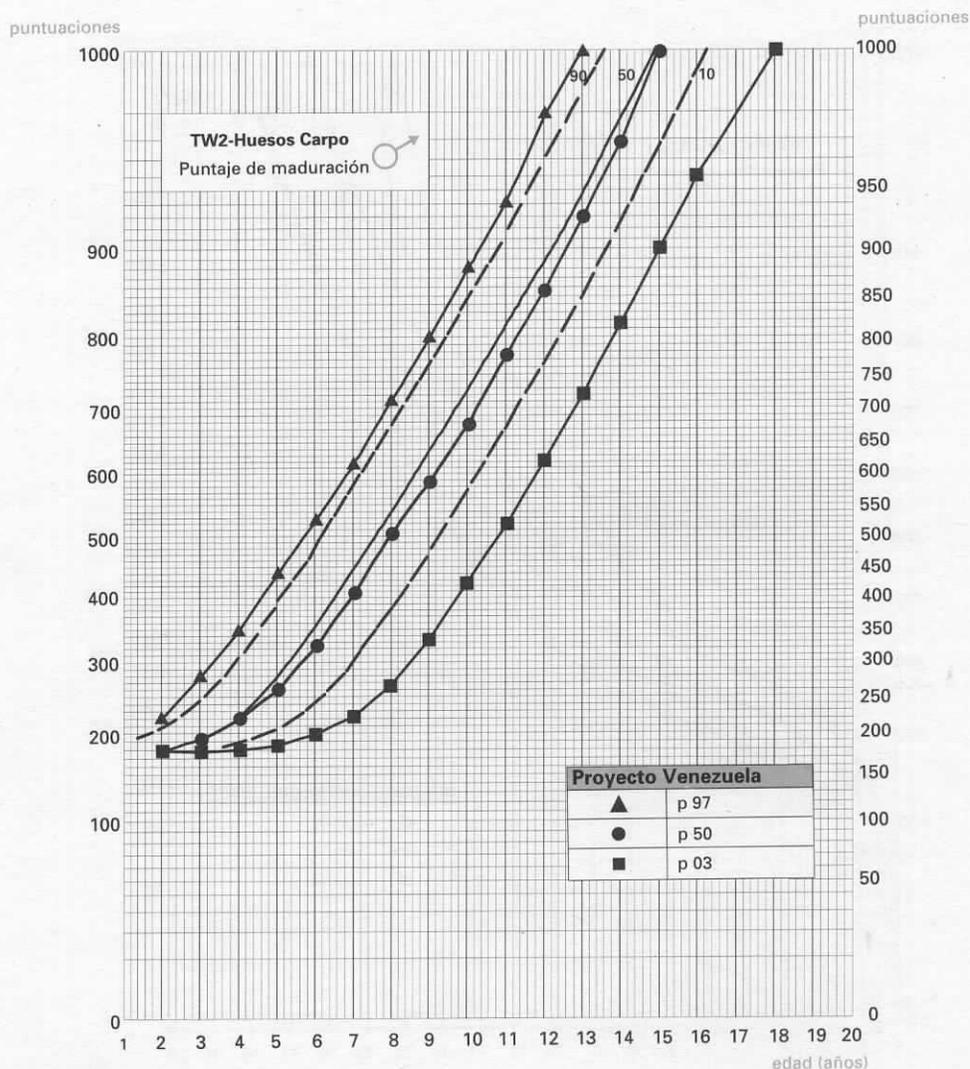
- Fuentes:
- Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH), 1996
  - Tanner y col., 1983

jóvenes de estratos altos del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (López Contreras-Blanco y col., 1986b, 1995c; Izaguirre-Espinoza y col., 1994).

Sin embargo, en diversos estudios se ha discutido la representatividad del carpo en la edad ósea, debido a que su maduración presenta gran variabilidad (Greulich y Pyle, 1959; Acheson, 1966; Roche, 1989), encontrándose que sólo es importante en forma significativa entre los 7 y los 13 años en los varones y entre los 4 y los 10 años en las niñas (Roche, 1989).

La diferencia en la maduración entre los huesos largos y el carpo puede ser debida a que este último no participa en la tendencia secular de la maduración de los primeros; dicha tendencia secular es aceptada universalmente como un indicativo de diferencias en maduración entre distintas poblaciones (Tanner y col., 2001). El comportamiento en maduración ósea de los niños y adolescentes venezolanos es similar al publicado por otros investigadores en el ámbito internacional en los últimos años (Wenzel y Menzel, 1982; Wenzel y

**Figura 4**  
**Diferencias en puntuación**  
**de TW2-Huesos Carpo**  
**en varones**



**Fuentes:**

- Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH), 1996
- Tanner y col., 1983

col., 1984; Takai y col., 1984; Ouyang y col., 1986; Venrooij e Ipenburg, 1989; Yi-Yan y col., 1992; Lejarraga y col., 1997).

Este Atlas presenta una serie de modelos de radiografías de muñeca y mano izquierda, representativas para cada grupo de edad y sexo. Se señalan, además, algunos indicadores de maduración ósea que deben estar presentes para poder asignarle al sujeto estudiado una determinada edad ósea, así como también la puntuación total obtenida en maduración, con la finalidad de comparar la radiografía en estu-

dio con los percentiles de maduración ósea del venezolano y caracterizar de esta forma el ritmo o *tempo* de maduración del niño o adolescente en estudio (Izaguirre-Espinoza y col., 1991; López-Blanco y col., 1991, 1996; Espinoza, 1998). De igual forma, se presenta la puntuación de los Huesos Largos que se utilizarán para la predicción de la talla adulta.

La determinación de la EDO se complementa con su aplicación en la práctica clínica, de acuerdo con la metodología descrita en el capítulo «Aplicación Práctica».



## MUESTRA

Para la elaboración del *Atlas de Maduración Ósea del Venezolano* se utilizó como referencia el total de radiografías de mano y muñeca procedentes del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH) y el Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (ELAMC).

La muestra inicial estuvo integrada por 8.453 radiografías de muñeca y mano izquierda de niños y jóvenes de todos los estratos sociales, en edades comprendidas entre los 0,000 y 19,999 años, procedentes de la investigación ENCDH (Méndez Castellano y col., 1996) y 1.478 radiografías de niños y adolescentes del ELAMC de estratos socioeconómicos altos (López-Blanco y col., 1995a). En los dos primeros años, los intervalos de edad son de 0,25 años (3 meses), y a partir de los 2 años hasta los 19,5 años son de cada 0,5 años (6 meses).

## VARIABLES

- **Edad cronológica decimal (ECD)**
- **Sexo**
- **Edad Ósea (EDO):**
  - EDO TW2-20 Huesos
  - EDO TW2-Huesos Largos
  - EDO TW2-Huesos Carpo
- **Antropometría:**
  - Talla (T)
  - Peso (P)
  - Circunferencia cefálica (CC)
  - Circunferencia media del brazo (CMB)
  - Pliegue del tríceps (PTR)
  - Índice de masa corporal (P/T2)
  - Índice Kanawatti Mac Laren
  - Área grasa (AG)
  - Área muscular (AM)
- **Desarrollo sexual:**
  - Genitales (G)
  - Glándula mamaria (GM)
  - Edad de la menarquia (EM)
  - Volumen testicular [muestra del ELAMC]

## CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA

A la base de datos de la muestra de maduración ósea se le anexaron variables e indicadores antropométricos (talla, peso, circunferencia cefálica, circunferencia media del brazo, pliegue

del tríceps, índice de masa corporal, índice Kanawatti Mac Laren, área grasa y área muscular) y de maduración sexual (genitales, glándula mamaria, edad de la menarquia y volumen testicular [muestra del ELAMC]), tanto en valores absolutos como por su posición en la distribución de percentiles. Se creó un archivo con la muestra del ENCDH con 8.453 sujetos y otro con la correspondiente al ELAMC, con 1.478 sujetos.

Se constituyeron dos grupos de trabajo para la consolidación de la muestra con niños y adolescentes que clasificaron entre los percentiles 10 y 90 incluidos, y otro grupo auxiliar para los que clasificaron entre los percentiles 3-10 y 90-97, excluyendo a los individuos clasificados por debajo del percentil 3 y por arriba del percentil 97 en algunas de las variables estudiadas. De esta forma se consolidó la muestra definitiva para el análisis estadístico, con 1.707 varones y 1.809 niñas del ENCDH y 413 varones y 271 niñas del ELAMC.

En las variables de maduración ósea, a las niñas mayores de 14 años y a los varones mayores de 16 años con puntuaciones de maduración 1.000 para EDO TW2-20 Huesos, se les asignó la «edad ósea de adulto», ya que biológicamente, al ser un estudio transversal, no se conoce la edad cronológica cuando el sujeto-muestra alcanzó su maduración total. Este grupo se correlacionó con el estadio de maduración sexual, con la finalidad de asegurar que no se encontrara fuera de los límites de variabilidad biológica normal.

## METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Para determinar en cada grupo de edad y por sexo el sujeto-muestra «ideal» desde el punto de vista antropométrico, fueron analizados los niños y jóvenes ubicados entre los percentiles 10 y 90 de la referencia nacional para cada una de las variables estudiadas (López-Blanco y col., 1996). Posteriormente se aplicó el método de análisis de componentes principales como parte del análisis multivariante, con el fin de ajustar la metodología de análisis y escoger la combinación de variables más apropiada según los objetivos del proyecto (Lebart y col., 1984).

La metodología estadística para el diseño de la muestra se realizó tomando en consideración las variables e indicadores emparentados de manera directa con la maduración ósea; en tal sentido, la información de maduración ósea fue ampliada mediante la incorporación de otras medidas de crecimiento, maduración biológica y estado nutricional. Para cada grupo de edad y sexo se estudiaron, mediante un análisis de componentes principales (Lebart y col., 1984), las características más importantes desde el punto de vista de crecimiento y maduración. Posteriormente se conformaron, mediante técnicas de clasificación automática a partir de coordenadas factoriales, grupos homogéneos en cuanto a maduración biológica, y éstos se analizaron para determinar el más parecido al promedio. En cada grupo promedio se determinaron los individuos más próximos al centro de media del grupo, el cual representa al individuo promedio, por lo general considerado como el «individuo ideal» (Noguera y col., 2002) (véase Anexo «Bases Estadísticas»).

Luego se establecieron diversas categorías, dependiendo de la ubicación de las variables estudiadas, en las distribuciones percentilares de la referencia nacional. De esta manera se conformaron tres grupos de individuos: grupo A (niños o adolescentes que clasificaron entre los percentiles 25 y 75 incluidos), grupo B ( $>p_{10}$   $<p_{25}$ ;  $>p_{75}$   $<p_{90}$ ) y grupo C (ELAMC con las mismas características).

#### SELECCIÓN DE LAS RADIOGRAFÍAS PARA LA ELABORACIÓN DEL ATLAS

Se revisaron las 4.200 radiografías de muñeca y mano izquierda de estos sujetos seleccionados por el Departamento de Estadística de FUNDACREDESA, resultando de buena calidad para la elaboración del *Atlas* 419 varones y 322 niñas. En vista de que en el ENCDH no existía muestra de recién nacidos, se revisaron y seleccionaron 22 radiografías del Proyecto Piloto Carabobo (FUNDACREDESA, 1978b). Esta muestra fue tomada con la misma metodología utilizada en el ENCDH, y para la selección de este grupo de edad se respetaron los criterios biológicos establecidos previamente para los otros dos proyectos.

Las radiografías seleccionadas por su buena calidad fueron ordenadas por fecha de nacimiento y posteriormente por edad, mediante un procedimiento *ad hoc*. La lectura fue realizada previa estandarización, por la misma profesional que leyó la mayor parte de la muestra del ENCDH, mediante el método TW2 (Tanner y col., 1983).

La metodología utilizada en relación a la transcripción, validación y análisis de los resultados fue similar a la del ENCDH (Méndez Castellano y col., 1996). Se generaron listados con datos para cada sujeto-muestra con las variables previstas, agregándole a cada una de ellas su ubicación en el percentil correspondiente.

#### Control de calidad para la lectura de las radiografías

Con la finalidad de conocer la precisión (error intraobservador) en la asignación de cada estadio de maduración, se escogió de manera aleatoria el 10% ( $n = 93$ ) de las radiografías seleccionadas para el *Atlas*, las cuales fueron leídas nuevamente, sin conocer los resultados correspondientes a la primera lectura. Los porcentajes de coincidencia en la asignación de los estadios de maduración fueron elevados ( $> 90\%$ ), mientras que las discrepancias fueron escasas (8,7% para la EDO TW2-20 Huesos y de 9,6% y 6,9% para la EDO TW2-Huesos Largos y EDO TW2-Huesos Carpo, respectivamente); en ninguna de las observaciones las diferencias excedieron dos estadios de maduración (Beunen y Cameron, 1980). La media de las diferencias intraobservador en términos absolutos de edad ósea variaron entre un máximo de -0,17 años (dos meses) para la EDO TW2-Huesos Largos, de -0,1 años (un mes) para la EDO TW2-20 Huesos y de apenas -0,01 años para la correspondiente a la EDO TW2-Huesos del Carpo. Estas diferencias son menores a las reportadas por Kimura en 2001 entre la población japonesa (Kimura, 2001).

Para determinar la exactitud en las observaciones y calcular el error interobservador, se seleccionó de manera aleatoria 10% de las 113 radiografías utilizadas para el entrenamiento en el método TW2 ( $n = 12$ ), ya que se dispone de los estadios de maduración asignados por el profesor R.H. Whitehouse para cada uno de los 20 huesos. El porcentaje de coincidencias

EDO TW2	N° de observaciones	Coincidencias %	Discrepancias %	$\bar{x}$ Diferencias EDO TW2	CCI Puntuaciones EDO TW2
<b>Intraobservador (n = 93 Rx)</b>					
20 Huesos	1,860	91,3	8,7	-0,100	0,99
Huesos Largos	1,209	90,4	9,6	-0,017	0,99
Huesos Carpo	651	93,1	6,9	-0,010	0,98
<b>Interobservador (n = 12 Rx)</b>					
20 Huesos	240	90,0	10,0	0,060	1,00
Huesos Largos	156	90,4	9,6	-0,180	1,00
Huesos Carpo	84	89,3	10,7	0,190	1,00

también fue alto tanto para la EDO TW2-20 Huesos (90%), como para las correspondientes a Huesos Largos (90,4%) y a Huesos del Carpo (89,3%), con un bajo porcentaje de discrepancias entre el lector y el profesor R.H. Whitehouse: entre 9,6% y 10,7%. La media de las diferencias en edad ósea también resultó baja: entre 0,06 años para los 20 Huesos y de 0,19 años (un poco más de dos meses) para las edades óseas restantes. Tales diferencias resultaron menores que las reportadas en estudios internacionales (Kimura, 2001).

La confiabilidad de los datos, determinada mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI), fue muy elevada, cercana a 1, para el error intra e interobservador (Beunen y col., 1980).

#### Control de calidad para la digitalización de las radiografías

El proceso de digitalización de las radiografías fue objeto de un minucioso control de calidad. Desafortunadamente, no todas las radiografías correspondientes a los sujetos-muestra seleccionados estaban en perfecto estado, pues algunas de ellas presentaban problemas de conservación.

Después de digitalizada, cada radiografía se contrastaba con el original y se verificaba si los indicadores correspondientes a la edad y sexo en cuestión eran claramente visibles en la misma. En caso contrario ésta se redigitalizaba usando otras técnicas de contraste e iluminación, hasta conseguir el objetivo perseguido.

Al conjunto de radiografías digitalizado definitivo se le hicieron muestras de impresión para verificar que todos los indicadores seguían

siendo claramente visibles y asegurar la calidad del *Atlas*. Las que no cumplían con los estándares de calidad fueron redigitalizadas de nuevo para asegurar que los detalles necesarios pudieran verse con claridad. El hecho de que la selección de las radiografías representativas fuera producto de una rigurosa selección mediante procesos estadísticos aplicados a una muestra de toda la población venezolana hacía irremplazable a cada una de ellas, lo que obligó a persistir por todos los medios tecnológicos en el empeño de minimizar los defectos fotográficos que las mismas pudiesen tener.

#### SELECCIÓN DE LOS ESTÁNDARES POR GRUPOS DE EDAD Y SEXO

De las radiografías consideradas como adecuadas desde el punto de vista técnico, se seleccionaron las que biológicamente seguían un patrón de maduración coherente en los distintos estadios para cada uno de los 20 huesos estudiados, respetando además la recomendación señalada por el Departamento de Estadística en relación con el «sujeto ideal».

#### SELECCIÓN DE LOS INDICADORES DE MADURACIÓN

Para la selección de los indicadores de maduración recomendados para cada uno de los estándares se tomaron en consideración aquellas características que aparecen regularmente siguiendo un orden definido e irreversible, las cuales señalan el progreso de los centros de osificación hacia la madurez (Tanner y col., 1975, 1983, 2001; Greulich y Pyle, 1959).



**Metodología para valorar la maduración ósea**

### TÉCNICA PARA LA TOMA DE LAS RADIOGRAFÍAS

La mano izquierda debe colocarse con la palma hacia abajo en contacto con la película, presionándola suavemente, y el eje del dedo medio en línea directa con el eje del brazo. Los dedos deben estar colocados sin hacer mucha presión y el pulgar en posición cómoda, con un grado de rotación normal; el eje de este dedo debe formar un ángulo de 30 grados con el índice. El tubo de rayos X se coloca sobre la cabeza del tercer metacarpiano (FUNDACREDESA, 1978a). Esta recomendación es importante, ya que una posición incorrecta altera las características de maduración en algunos huesos, lo que se traduce en una valoración inadecuada. Es recomendable fijar la mano de los niños pequeños con adhesivo.

### METODOLOGÍA PARA LA LECTURA DE LAS RADIOGRAFÍAS

La radiografía a evaluar se coloca con el pulgar orientado hacia el lado derecho del lector, y se compara con los estándares más cercanos a la edad cronológica de acuerdo con el sexo. Tomando en consideración los indicadores de maduración que se describen para cada edad ósea, se le asigna la edad que más se parezca al estándar. Cuando la radiografía que se está evaluando no se pueda ubicar en un estándar determinado se le asigna la edad intermedia entre los dos estándares más cercanos. Se recomienda seguir el siguiente orden en la lectura: radio, cúbito, metacarpianos, falanges proximales, falanges medias y falanges distales; hueso grande, hueso ganchoso, piramidal, semilunar, escafoides, trapecio y trapecoide (Figura 5).

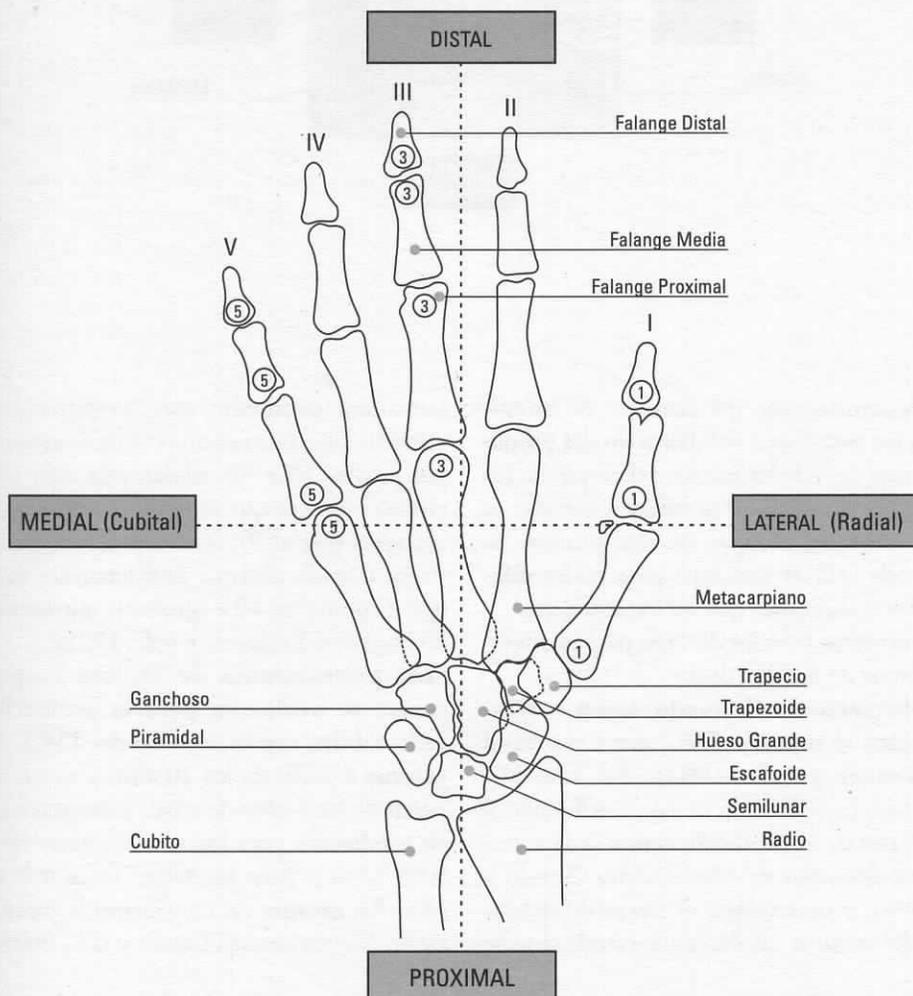


Figura 5  
Diagrama  
de los huesos de la mano

• Fuente:  
•Tanner y col., 1983

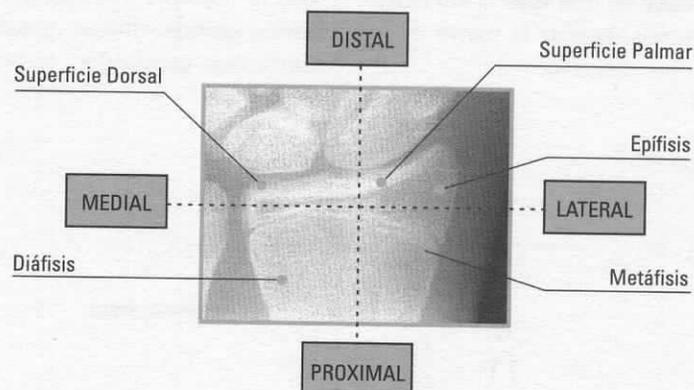
En la mayoría de los niños y adolescentes normales existe un equilibrio entre el desarrollo de las epífisis de los huesos largos y los huesos del carpo; sin embargo, es preciso recordar que los huesos de la mano y muñeca constituyen un agregado de elementos con una maduración bastante similar, pero es necesario considerar que en algunos casos un determinado núcleo de osificación podría estar significativamente adelantado o retardado en su desarrollo en relación con el resto de los centros de osificación del complejo mano-

muñeca (Nicoletti, 1991). Además, la apariencia de la radiografía es de un plano en dos dimensiones de una estructura que tiene tres, lo cual puede hacer difícil reconocer las caras palmar y dorsal. Las variaciones individuales en la forma de los huesos son inevitables y, por lo tanto, en algunas oportunidades no reflejarán exactamente lo descrito en el estándar. Para una correcta interpretación de los indicadores es importante tomar en consideración los siguientes conceptos (Figura 6).

Figura 6  
Detalle de nomenclatura  
de los Huesos Largos

**Distal:** porción del hueso más alejada de la línea media del cuerpo, y **proximal** la porción más cercana al mismo. El lado **lateral** se refiere a los bordes y/o superficies situados a la derecha del evaluador, mientras que el lado **medial**, a los ubicados en el lado izquierdo.

**Dorsal:** las superficies o bordes palmares se visualizan como zonas de mayor densidad radiológica, que aparecen en las radiografías como líneas blancas; por el contrario, las palmares tienen menos densidad radiológica.



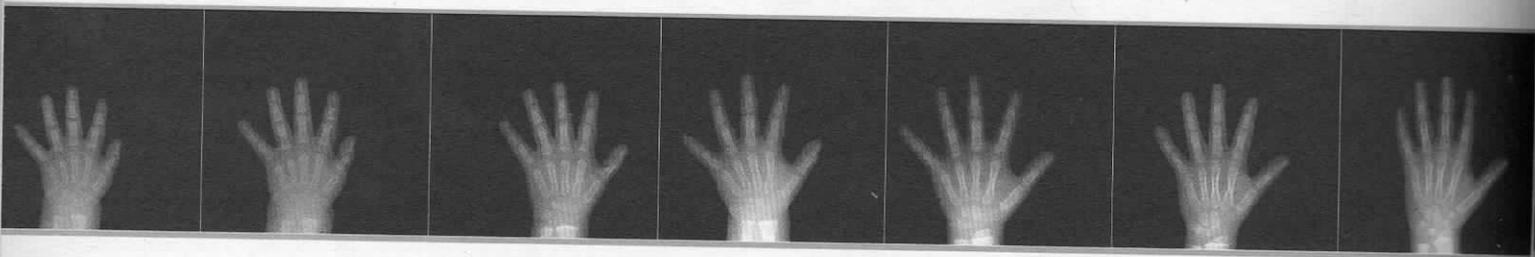
Para la comparación del diámetro de las epífisis con las metáfisis o del diámetro del propio hueso (en el caso de los huesos del carpo) en los casos en que el indicador se refiera a tamaño, se requiere usar un compás de dos puntas. Se recomienda utilizar una lupa para poder diferenciar los indicadores que así lo requieran.

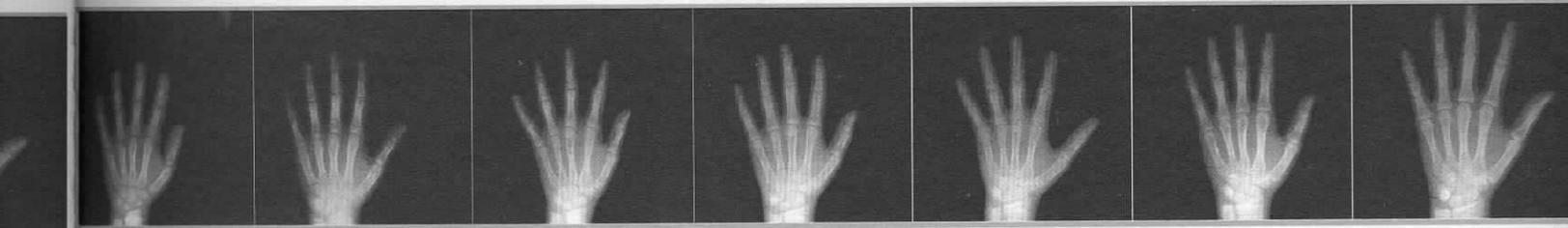
En el extremo inferior de cada página aparecen, además de la edad ósea:

• **Las puntuaciones de maduración correspondientes al método TW2 para esa edad ósea (Tanner y col., 1983).** Éstas se utilizarán para la ubicación en las distribuciones percentilares de la población venezolana a partir de los dos años de edad (López-Blanco y col., 1996), y caracterizar el *tempo* de maduración del niño o adolescente estudiado. Se

considera promedio una maduración ósea cuando las puntuaciones se ubican entre los percentiles 10 y 90; adelantada, con puntuaciones mayores que el percentil 90 e iguales o menores que el 97; y maduración ósea retardada, cuando alcanza puntuaciones menores que el percentil 10 e iguales o mayores que el 3 (Izaguirre-Espinoza y col., 1991).

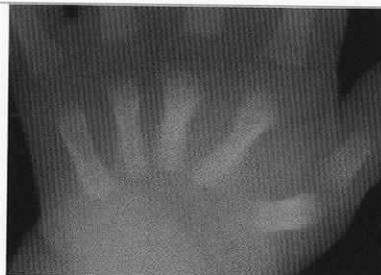
• **Las puntuaciones de Huesos Largos, las cuales se utilizarán para la predicción de talla adulta según el método TW3.** En los varones a partir de los 10 años y en las niñas a partir de los 7 años de edad. Existen ecuaciones de predicción para los varones entre los 4,0 a 9,99 años y para las niñas entre 4,0 a 6,99 años; las mismas no consideran la puntuación de los huesos largos (Tanner y col., 2001).



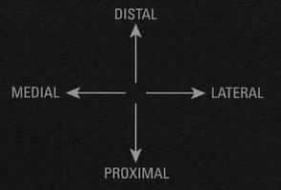


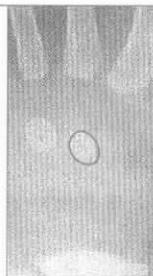


## Varones: estándares de edad ósea



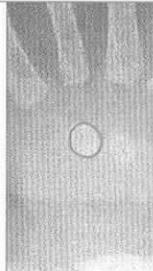
Ausencia de centros de osificación, solamente son visibles las diáfisis de los huesos largos. Los extremos distales de los metacarpianos están más separados que los proximales, dándole la forma de abanico.





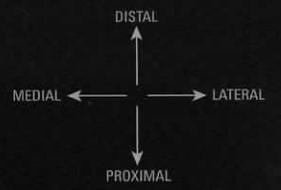
**Hueso grande**

El núcleo de osificación es de forma redondeada y bordes bien definidos.



**Hueso ganchoso**

El núcleo de osificación es de forma redondeada y bordes bien definidos.





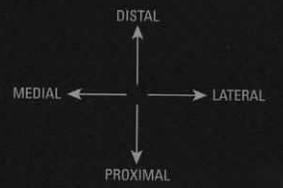
**Hueso grande**

El hueso ha aumentado de tamaño, a expensas de su eje longitudinal.



**Hueso ganchoso**

Tiene sus bordes bien definidos.





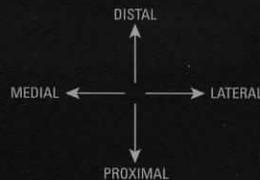
**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**  
El borde proximal de las metáfisis está engrosado.



**Hueso grande**  
Ha aumentado de tamaño.



**Hueso ganchoso**  
Ha aumentado de tamaño.





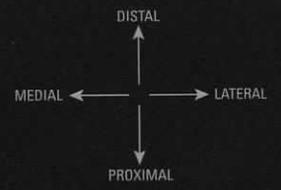
**Radio**

La metáfisis está engrosada.



**Cúbito**

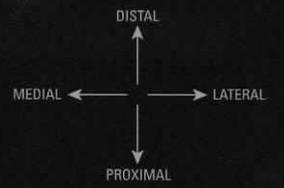
La metáfisis está engrosada.

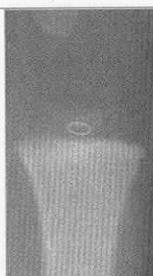




**Radio**

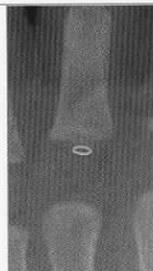
Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.  
Sus bordes son difusos.





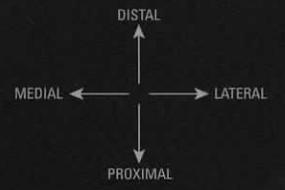
**Radio**

El núcleo de osificación de la epífisis es visible, de forma ovalada con bordes bien definidos.



**Falange proximal del 3° dedo**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.



**Radio**

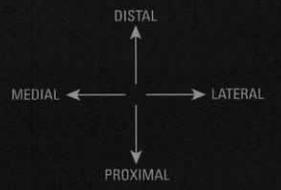
La epífisis continúa de forma ovalada, con aumento de su diámetro transversal.

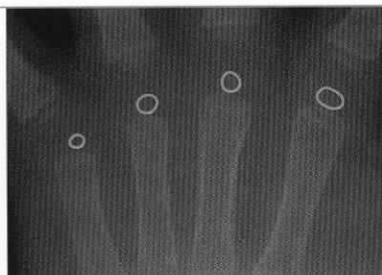
**Falanges proximales del 2° al 4° dedos**

El diámetro máximo es igual o mayor que la mitad de sus metáfisis.

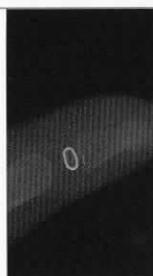
**Falange distal del pulgar**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis, como un simple depósito de calcio.

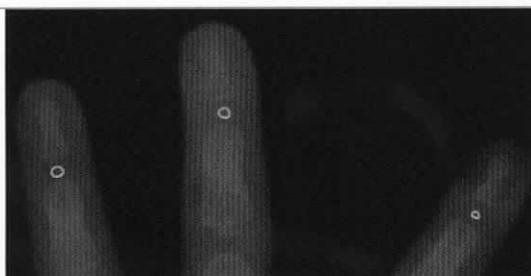


**Segundo al quinto metacarpianos**

Aparecen los núcleos de osificación de las epífisis.

**Falange distal del pulgar**

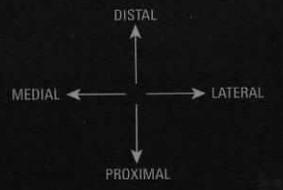
La epífisis es de forma ovalada y ha aumentado su tamaño, debido al crecimiento de su diámetro transversal.

**Falanges distales del 2° al 4° dedos**

Los núcleos de osificación de las epífisis son de apariencia precisa y bordes bien definidos.

**Hueso grande**

El diámetro longitudinal predomina sobre el diámetro transversal.



**Segundo al cuarto metacarpianos**

El diámetro transversal de las epífisis es igual o mayor que la mitad de sus metáfisis.

**Falange media del 5° dedo**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.

**Falange distal del 5° dedo**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.

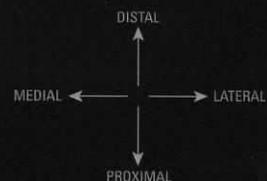
**Piramidal**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.

► PUNTUACIÓN DE EDAD ÓSEA 187

**Nota**

Es de hacer resaltar que al igual como sucede con otros huesos del carpo, la edad de aparición del piramidal es muy variable; en nuestra población la media en los varones es a los 3 años y 9 meses, con una desviación típica de 1 año y 4 meses.



**Radio**

Aparece una línea blanca y gruesa por dentro del borde distal de la epífisis. Su extremo medial es puntiagudo.

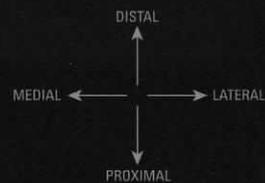
**Hueso ganchoso**

El borde adyacente al piramidal está aplanado, lo que le confiere la forma de una «D».

▶ PUNTUACIÓN DE EDAD ÓSEA 195

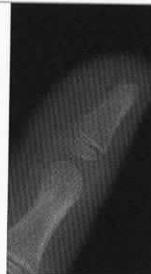
**Nota**

En este estándar el núcleo de osificación del piramidal no está presente, se debe recordar la variabilidad señalada anteriormente en su aparición.



**Tercer metacarpiano**

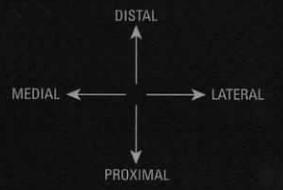
La epífisis va adquiriendo forma de «uña» por diferenciación de los bordes proximal, lateral y medial.

**Falange distal del pulgar**

El diámetro transversal de la epífisis es igual o mayor que la mitad de su metáfisis.

**Falange distal del 5° dedo**

La epífisis ha aumentado de tamaño y tiende a adaptarse a la forma de su metáfisis.





**Falange distal del pulgar**

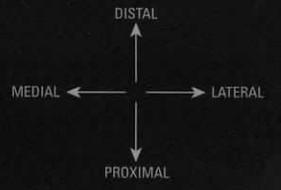
El borde distal de la epífisis se ha aplanado.



**Hueso grande**

El borde adyacente al hueso ganchoso se hace cóncavo.





**Radio**

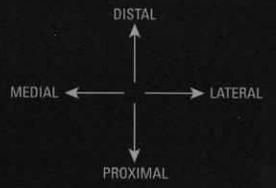
El borde proximal de la epífisis está engrosado, en algunos casos es de forma irregular.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

El borde proximal de las epífisis es ligeramente cóncavo y está engrosado.

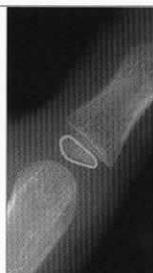
**Piramidal**

El núcleo de osificación es de menor tamaño que en los estándares anteriores, como consecuencia de la gran variabilidad en su aparición señalada anteriormente.



**Radio**

La epífisis ha aumentado de tamaño y tiende a adaptarse a la forma de su metáfisis.

**Falange proximal del pulgar**

La epífisis adquiere la forma de una «cuña».

**Hueso ganchoso**

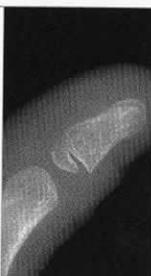
El borde adyacente al hueso grande muestra una modificación en su forma, debido a un cambio de dirección en el tercio medio.

**Piramidal**

El diámetro máximo es menor que la mitad de la metáfisis del cúbito.

**Falange media del 3° dedo**

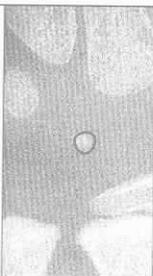
La porción central del borde proximal se ha engrosado y ha crecido para su posterior articulación con la falange adyacente.

**Falange distal del pulgar**

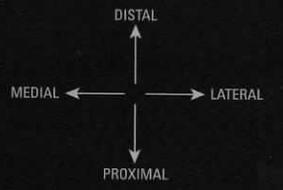
El borde proximal de la epífisis ha cambiado de forma y aparece como un ángulo de vértice proximal.

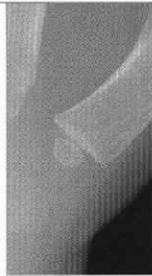
**Hueso ganchoso**

Adquiere una forma triangular debido al aplanamiento de los bordes adyacentes a los metacarpianos y al piramidal.

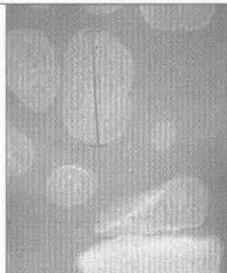
**Semilunar**

Aparece el núcleo de osificación, sus bordes no están bien definidos.



**Primer metacarpiano**

El diámetro transversal de la epífisis es igual o mayor que la mitad de su metáfisis.

**Hueso grande**

Ha aumentado de tamaño, su diámetro longitudinal es igual o mayor que la distancia entre su borde proximal y la metáfisis del radio.

**Piramidal**

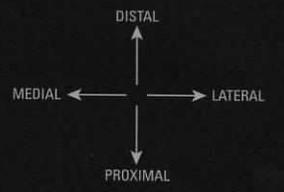
El borde adyacente al hueso ganchoso se encuentra aplanado.

**Semilunar**

Tiene bordes bien definidos, ha aumentado su diámetro máximo, de tal manera que éste es igual o mayor que la mitad de la metáfisis del cúbito.

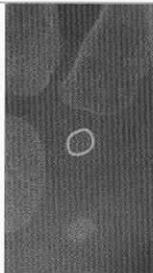
**Escafoides**

El núcleo de osificación es de forma redondeada con bordes bien definidos.

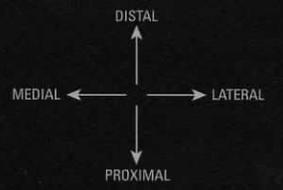


**Falange proximal del pulgar**

El borde proximal es cóncavo y ligeramente engrosado; su diámetro máximo aún no alcanza el tamaño de su metáfisis.

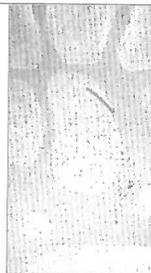
**Trapezoide**

Se aprecia como un núcleo redondeado de bordes bien definidos.



**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

El borde proximal de las epífisis es ligeramente cóncavo y engrosado.

**Hueso grande**

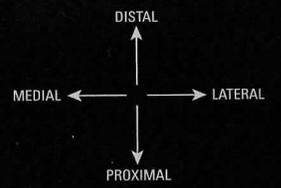
El borde distal adyacente al segundo metacarpiano aparece como una línea blanca engrosada.

**Hueso ganchoso**

El borde adyacente al piramidal es cóncavo y engrosado.

**Escafoides**

El hueso ha aumentado de tamaño, de manera tal que su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad de la metáfisis del cúbito.



**Cúbito**

Aparece el núcleo de osificación como un simple depósito de calcio de bordes no bien definidos.

**Piramidal**

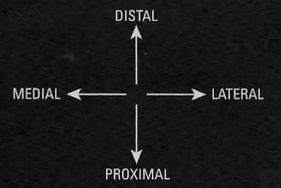
El diámetro longitudinal es francamente mayor que el diámetro transversal.

**Trapecio**

El núcleo de osificación es de forma redondeada y de bordes bien definidos. Su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de la metáfisis del primer metacarpiano.

**Trapezoide**

Su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de la metáfisis del primer metacarpiano.



**Cúbito**

El núcleo de osificación es de bordes bien definidos.

**Falanges medias del 2º, 4º y 5º dedos**

La porción central del borde proximal se ha engrosado y ha crecido para su posterior articulación con la falange adyacente.

**Falanges distales del 2º al 5º dedos**

Las epífisis son tan anchas como sus metáfisis.

**Semilunar**

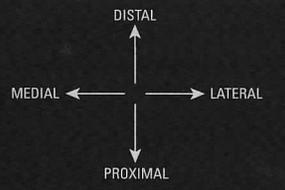
Aparece una línea blanca engrosada por dentro del borde distal.

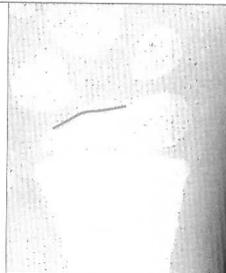
**Escafoides**

El hueso ha aumentado de tamaño, de manera tal que su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de la metáfisis del cúbito.

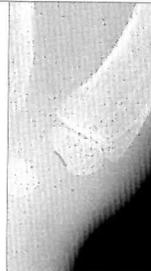
**Nota**

La aparición de la epífisis del cúbito muestra gran variabilidad; en nuestra población aparece en promedio a los 7 años de edad con una desviación típica de 1 año y 3 meses.



**Radio**

En la superficie dorsal se distinguen bien diferenciadas las carillas para articularse con el semilunar y el escafoides.

**Primer metacarpiano**

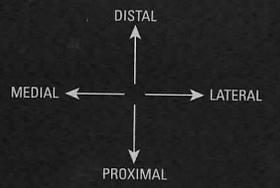
En el borde proximal de la epífisis se observa una pequeña concavidad.

**Falange distal del pulgar**

La epífisis es tan ancha como su metáfisis.

**Semilunar**

Mas allá de la línea blanca engrosada se observa un crecimiento del hueso en dirección al escafoides.

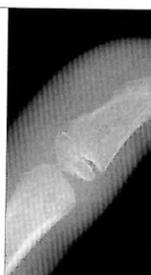


**Cúbito**

El diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de su metáfisis, y significativamente mayor que el diámetro longitudinal. Los bordes distal y proximal están aplanados, formando un ángulo con el vértice hacia el lado lateral.

**Segundo, cuarto y quinto metacarpianos**

Las epífisis tienen forma de «uña», debido a la aparición de ángulos en ambos lados de su borde proximal.

**Falange distal del pulgar**

En el borde distal de la epífisis se observan dos líneas blancas curvas que forman una «silla de montar» que se adapta al borde proximal de su metáfisis.

**Segundo al quinto metacarpianos**

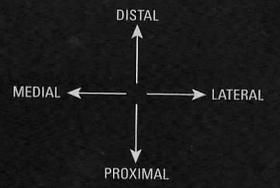
Sus epífisis han aumentado de tamaño, pero todavía no son tan anchas como sus metáfisis.

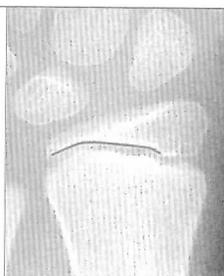
**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

El borde proximal es definitivamente cóncavo y más engrosado.

**Trapezoide**

Los bordes adyacentes al hueso grande y a la base del segundo metacarpiano están aplanados.



**Radio**

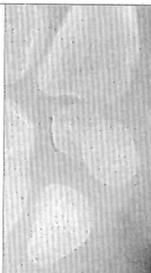
El borde proximal de la epífisis es cóncavo, especialmente en el lado medial.

**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

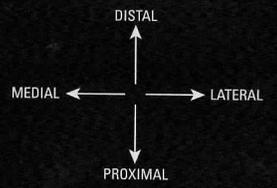
Las superficies dorsal y palmar son visibles y se adaptan al borde distal de las falanges medias.

**Hueso grande**

Las facetas articulares para el segundo y tercer metacarpianos ahora son visibles por dentro del borde del hueso y han dado lugar a la aparición de las caras palmar y dorsal. El hueso ha crecido en dirección al cuarto metacarpiano, formando un espolón.

**Trapezoide**

El borde adyacente al hueso grande está engrosado.



**Cúbito**

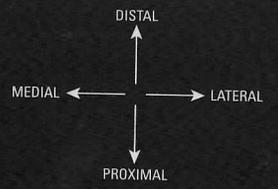
Comienza a aparecer la apófisis estiloides, en forma de una pequeña proyección.

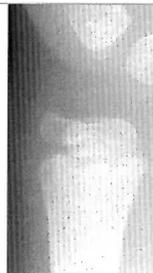
**Piramidal**

Los bordes adyacentes al hueso ganchoso y al semilunar se han aplanado formando un ángulo recto.

**Trapezoide**

El borde distal se ha engrosado y su cara dorsal crece formando un pico, el cual se articulará posteriormente en la parte central del segundo metacarpiano.



**Cúbito**

La cabeza está bien definida y diferenciada en relación al resto de la epífisis. El borde proximal y/o distal presenta una concavidad.

**Primer metacarpiano**

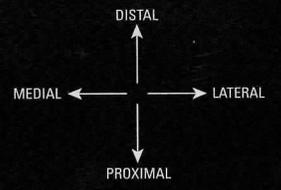
Aparece una pequeña concavidad en el borde proximal, debido a que se está iniciando la formación de las caras palmar y dorsal.

**Segundo al cuarto metacarpianos**

Aparecen líneas blancas verticales por dentro de sus bordes medial y/o lateral, que corresponden a las caras palmar y dorsal.

**Trapezio**

El borde adyacente al primer metacarpiano es cóncavo y ligeramente engrosado.



**Primer metacarpiano**

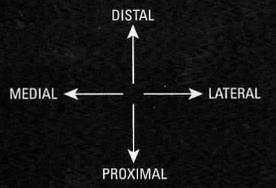
La epífisis es tan ancha como su metáfisis.

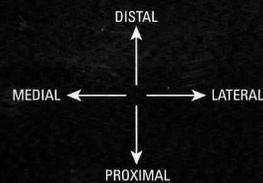
**Hueso ganchoso**

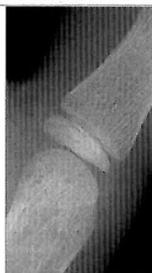
La faceta articular con el cuarto y quinto metacarpianos se empieza a formar como una línea blanca engrosada.

**Trapecio**

El borde adyacente al escafoides está aplanado y en algunas oportunidades engrosado.



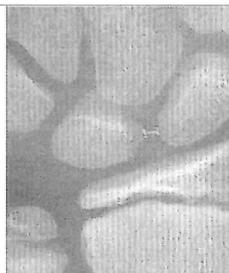


**Falange proximal del pulgar**

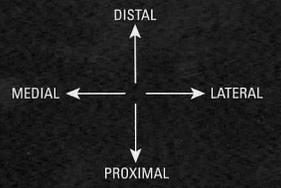
La epífisis es más ancha que su metáfisis.

**Falanges medias del 2° al 5° dedos**

Las epífisis son tan anchas como sus metáfisis.

**Semilunar**

La superficie dorsal adyacente al hueso grande ha crecido. El espacio entre el semilunar y el escafoides se ha reducido.



**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

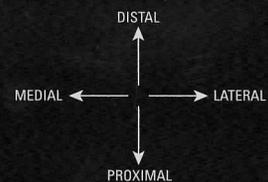
Las epífisis son más anchas que sus metáfisis.

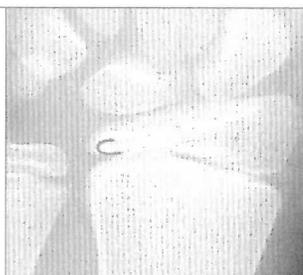
**Hueso ganchoso**

La articulación con el cuarto y quinto metacarpianos ha progresado, de manera que se visualizan dos superficies diferentes en el lado distal del hueso.

**Escafoides**

El hueso ha crecido en dirección proximal y medial, de manera que la superficie dorsal se extiende hacia el hueso grande y al semilunar.

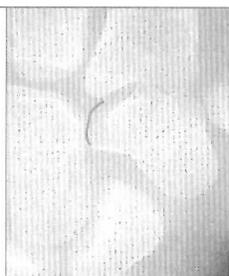


**Radio**

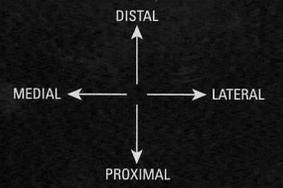
En el borde medial de la epífisis aparece un doble contorno para su articulación con el cúbito.

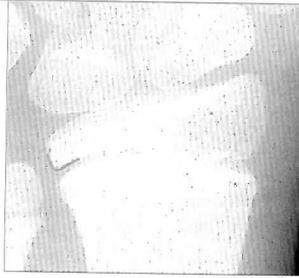
**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

Las epífisis son iguales o más anchas que sus metáfisis.

**Trapezoide**

La superficie dorsal del lado medial contacta con el hueso grande.



**Radio**

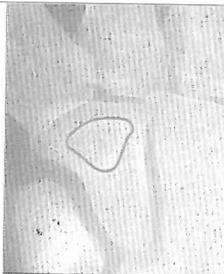
La epífisis rebasa (corona) la metáfisis en uno de sus extremos, generalmente en el adyacente al cúbito.

**Cúbito**

La epífisis es tan ancha como su metáfisis.

**Quinto metacarpiano**

La epífisis es igual o mayor que su metáfisis.

**Hueso ganchoso**

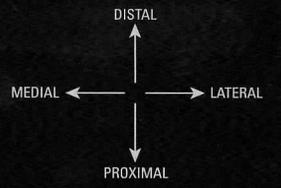
El gancho es visible en todo su contorno.

**Semilunar**

La superficie dorsal adyacente al hueso grande y al escafoides ha crecido, de manera tal que contacta o se superpone a los bordes proximal y medial de estos huesos.

**Escafoides**

La superficie adyacente al hueso grande hace contacto con él en toda su extensión. La parte lateral en su porción distal se ha ensanchado, dando lugar a una concavidad para su futura articulación con la apófisis estiloides del radio.



**Segundo al quinto metacarpianos**

Las epífisis son tan o más anchas que sus metáfisis.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

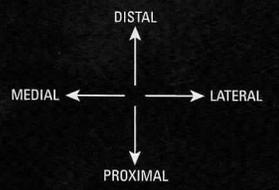
Las epífisis rebasan (coronan) las metáfisis en uno o ambos extremos.

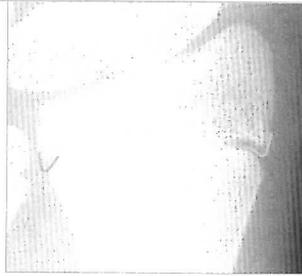
**Hueso ganchoso**

El gancho está más desarrollado y rebasa su borde distal.

**Trapezio**

Aparece un borde recto en el lado lateral del extremo distal del hueso.



**Radio**

La epífisis (corona) rebasa la metáfisis en ambos extremos, pero aún no se ha iniciado la fusión.

**Segundo al quinto metacarpianos**

Las epífisis rebasan las metáfisis en uno o ambos extremos.

**Falange proximal del pulgar**

La epífisis rebasa la metáfisis en uno o ambos extremos.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

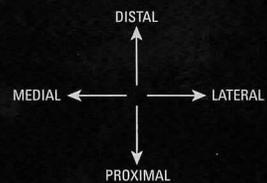
Las epífisis rebasan las metáfisis en uno o ambos extremos.

**Falanges medias del 2° al 5° dedos**

Las epífisis rebasan las metáfisis en uno o ambos extremos.

**Piramidal**

La mitad distal del hueso se ha ensanchado, formándose una concavidad en el borde medial.

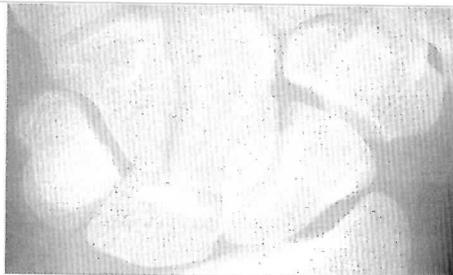


**Cúbito**

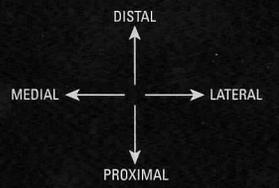
Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y su metáfisis.

**Falange distal del pulgar**

Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y la metáfisis. La línea oscura correspondiente al cartílago epifisario ocupa más de las tres cuartas partes del ancho del hueso.

**Carpo**

El espacio entre los huesos del carpo va desapareciendo y la maduración de cada uno de ellos corresponde a la etapa de adulto.

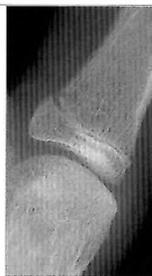


**Primer metacarpiano**

Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y su metáfisis. Es visible una línea compuesta por áreas oscuras en las que todavía existe cartílago epifisario, así como también zonas blancas densas en las que ya se ha producido la fusión.

**Segundo al cuarto metacarpianos**

Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis. La línea oscura de cartílago ocupa menos de las tres cuartas partes del ancho del hueso.

**Falange proximal del pulgar**

Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y su metáfisis.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

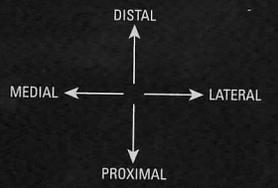
Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis.

**Falanges medias del 2° al 5° dedos**

Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis.

**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis.

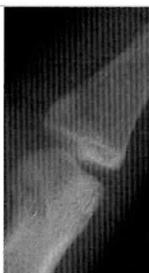


**Radio**

Se visualiza la línea de fusión de la epífisis, sin embargo aún no se ha completado.

**Quinto metacarpiano**

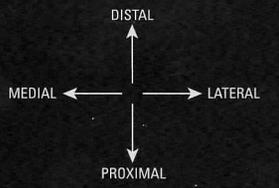
Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y su metáfisis. Es visible una línea compuesta por áreas oscuras en las que todavía existe cartílago epifisario, así como también zonas blancas densas en las que ya se ha producido la fusión.

**Falange distal del pulgar**

La fusión entre la epífisis y su metáfisis es completa.

**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

La fusión entre las epífisis y sus metáfisis es completa. En la mayor parte de su longitud la línea de fusión ha desaparecido, pero ésta aún puede ser visible como una línea blanca engrosada.

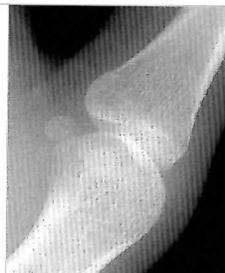


**Primer metacarpiano**

La fusión entre la epífisis y su metáfisis es completa. En la mayor parte de su longitud la línea de fusión ha desaparecido, ésta aún puede ser visible como una línea blanca engrosada.

**Segundo al cuarto metacarpianos**

La fusión entre las epífisis y sus metáfisis es completa.

**Falange proximal del pulgar**

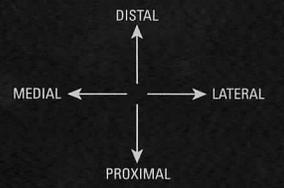
La fusión entre la epífisis y su metáfisis es completa.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

La fusión entre las epífisis y sus metáfisis es completa.

**Falanges medias del 2° al 5° dedos**

La fusión entre las epífisis y sus metáfisis es completa.



**Radio**

Aun cuando la maduración ósea es completa, puede persistir una línea blanca que corresponde a la fusión de la epífisis con su metáfisis.

**Cúbito**

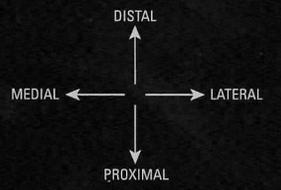
La fusión entre la epífisis y su metáfisis es completa; sin embargo, aún pueden observarse zonas oscuras correspondientes a cartilago remanente.

**Quinto metacarpiano**

La fusión entre la epífisis y su metáfisis es completa.

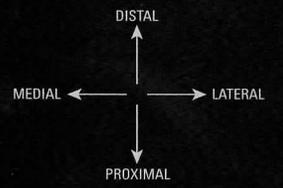
**Carpó**

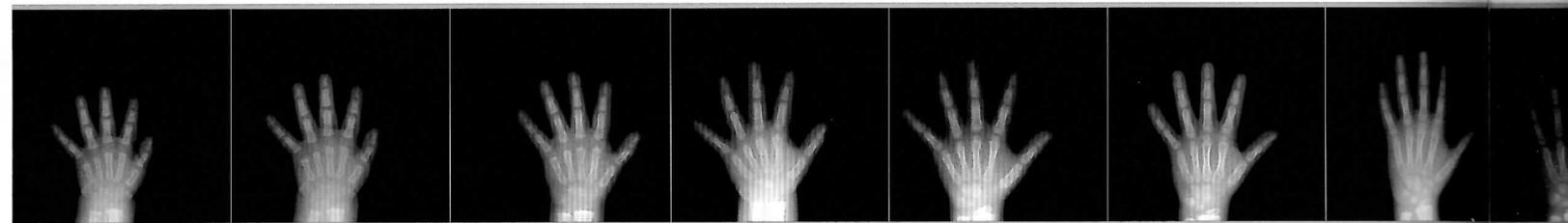
Ha desaparecido el espacio entre los huesos del carpo, especialmente en sentido distal (hacia los metacarpianos).

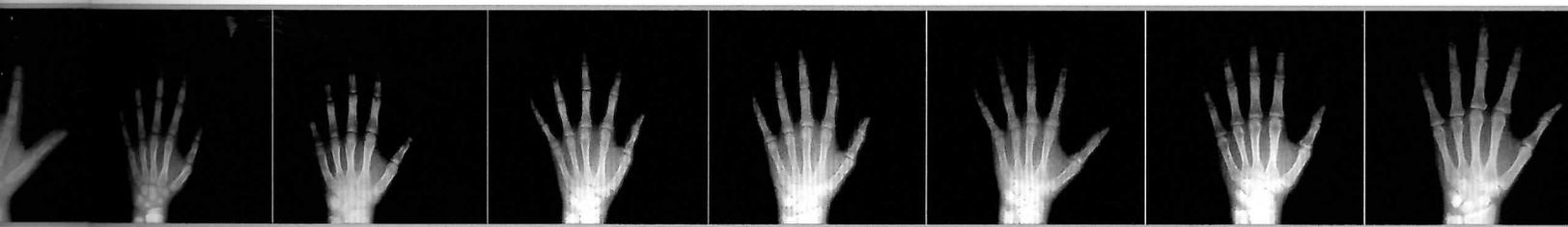




La maduración alcanzada en los huesos largos y en el carpo corresponde a la de un ADULTO JOVEN.





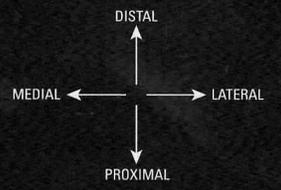


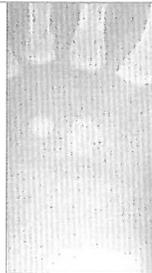
Niñas: estándares de edad ósea





Ausencia de centros de osificación, solamente son visibles las diáfisis de los huesos largos. Los extremos distales de los metacarpianos están más separados que los proximales, dándole la forma de abanico.





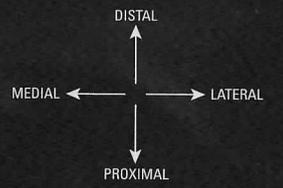
**Hueso grande**

Aparece el núcleo de osificación.



**Hueso ganchoso**

El núcleo de osificación es de forma redondeada y bordes bien definidos.





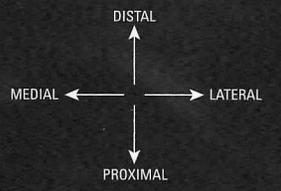
**Hueso grande**

El hueso ha aumentado de tamaño, es de forma redondeada y bordes bien definidos.



**Hueso ganchoso**

El hueso ha aumentado de tamaño.

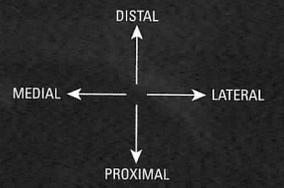




**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**  
El borde proximal de sus metáfisis está engrosado.

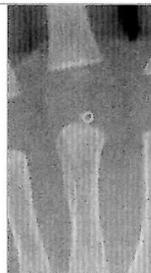


**Falanges medias del 3° al 5° dedos**  
El borde proximal de sus metáfisis está engrosado.



**Radio**

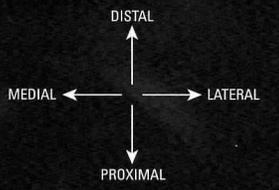
El núcleo de osificación de la epífisis es visible de forma ovalada, con bordes bien definidos.

**Tercer metacarpiano**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.

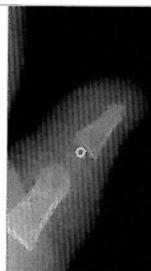
**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

Aparece el núcleo de osificación de las epífisis, sus bordes son difusos.

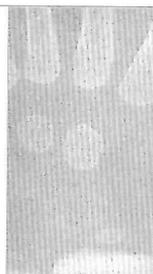


**Falanges medias del 2° al 4° dedos**

Los núcleos de osificación de las epífisis tienen los bordes bien definidos.

**Falange distal del pulgar**

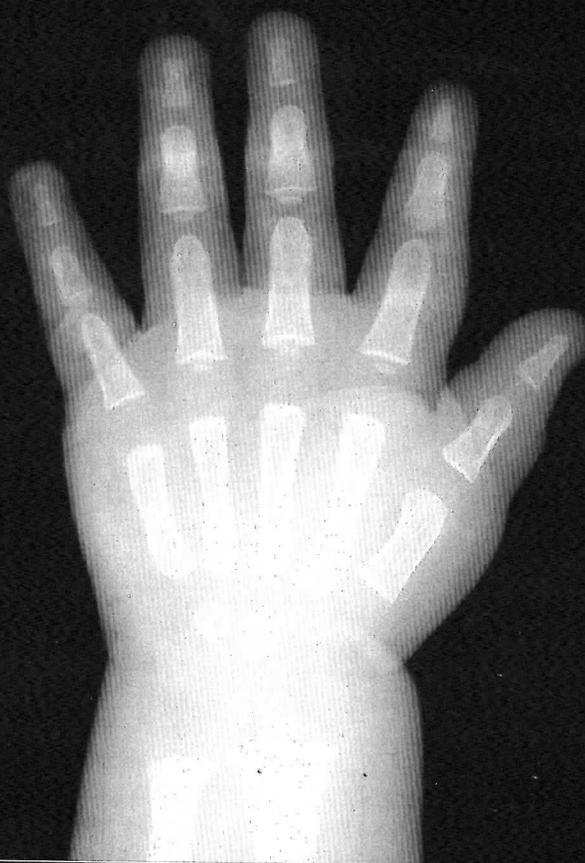
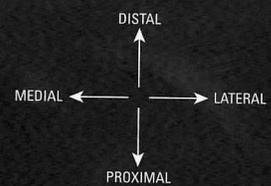
Aparece el núcleo de osificación de la epífisis como un simple depósito de calcio.

**Hueso grande**

Ha aumentado de tamaño.

**Hueso ganchoso**

Ha aumentado de tamaño.

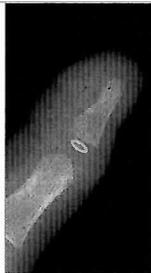


**Primer metacarpiano**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.

**Segundo y cuarto metacarpianos**

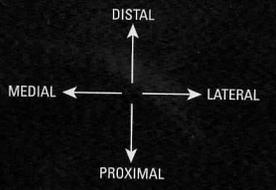
Aparecen los núcleos de osificación de las epífisis.

**Falange distal del pulgar**

La epífisis es de forma ovalada. Ha aumentado de tamaño, debido al crecimiento de su diámetro transversal.

**Falange distal del 3° dedo**

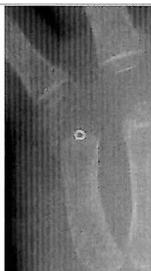
Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.





**Segundo al cuarto metacarpianos**

Las epífisis han aumentado de tamaño.



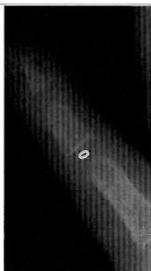
**Quinto metacarpiano**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.



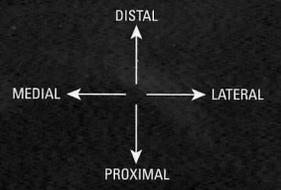
**Falanges proximales del 2° al 4° dedos**

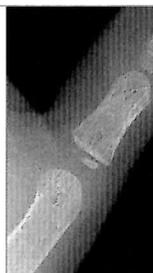
El diámetro máximo es igual o mayor que la mitad de su metáfisis.



**Falange media del 5° dedo**

Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.



**Falange proximal del pulgar**

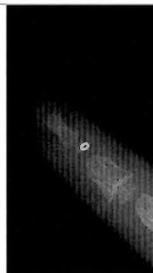
Aparece el núcleo de osificación de la epífisis.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

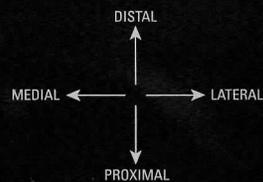
Han aumentado de tamaño y sus bordes proximales están ligeramente engrosados.

**Falanges distales del 2° al 4° dedos**

El diámetro máximo de sus epífisis es igual o mayor que la mitad de sus metáfisis.

**Falange distal del 5° dedo**

El núcleo de osificación de la epífisis es de bordes bien definidos.

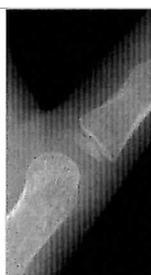


**Radio**

La epífisis ha aumentado de tamaño y su extremo medial ha comenzado a afilarse.

**Segundo al quinto metacarpianos**

El diámetro transversal de las epífisis es igual o mayor que la mitad de sus metáfisis.

**Falange proximal del pulgar**

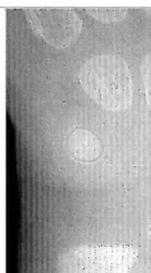
La epífisis tiene forma de anillo.

**Hueso grande**

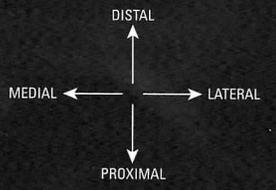
El borde adyacente al hueso ganchoso se hace cóncavo. Su diámetro longitudinal es mayor que el transversal.

**Hueso ganchoso**

El borde adyacente al piramidal está aplanado, lo que le confiere la forma de una letra «D». Su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad de la metáfisis del radio.

**Piramidal**

Aparece el núcleo de osificación.



**Radio**

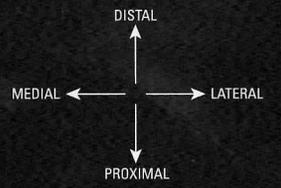
Aparece una línea blanca por dentro del borde distal de la epífisis, que corresponde a su cara palmar.

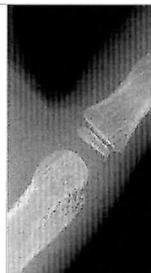
**Hueso ganchoso**

Adquiere una forma triangular debido al aplastamiento de los bordes adyacentes a los metacarpianos y al hueso grande.

**Piramidal**

Ha aumentado de tamaño y sus bordes están bien definidos.

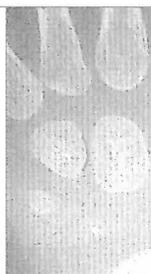


**Primer metacarpiano**

El diámetro transversal de la epífisis es igual o mayor que la mitad de su metáfisis.

**Falanges proximales del 2° al 5° dedos**

El borde proximal de las epífisis es ligeramente cóncavo y engrosado.

**Hueso ganchoso**

En el tercio medio de su borde lateral se ha formado un abultamiento que sigue la forma de la concavidad del hueso grande, para su posterior articulación.

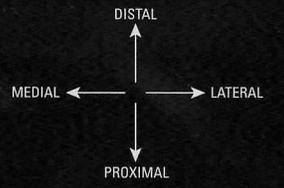
**Semilunar**

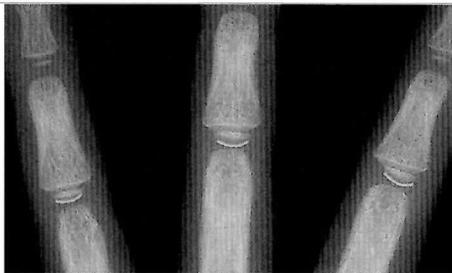
Aparece el núcleo de osificación.

► PUNTUACIÓN DE EDAD ÓSEA 279

**Nota**

El tamaño del piramidal en este estándar es menor que el anterior, pero las características del estadio de maduración son similares; en nuestra población la edad media para alcanzar dicho estadio es a los 3 años y 4 meses, con una desviación típica de 1 año y 4 meses.



**Falanges medias del 2° al 4° dedos**

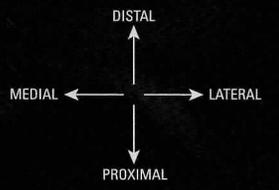
La porción central del borde proximal se ha engrosado y ha crecido para su posterior articulación con la falange proximal.

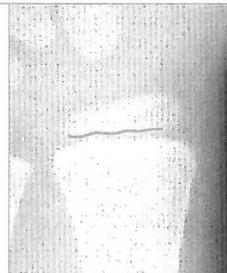
**Hueso grande**

Ha aumentado de tamaño, de manera que su eje longitudinal es igual o mayor que la distancia entre su borde proximal y el extremo de la metáfisis del radio.

**Piramidal**

Su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad de la metáfisis del cúbito.

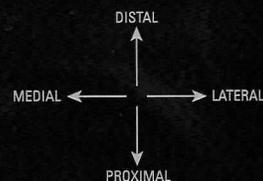


**Radio**

El diámetro transversal de la epífisis ha aumentado de tamaño y tiende a adaptarse a la forma de la metáfisis. El borde proximal está engrosado y en algunos casos es de forma irregular.

**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

Las epífisis han aumentado de tamaño, de manera que su diámetro transversal es igual a sus metáfisis.

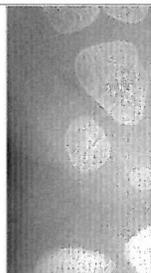


**Segundo y tercer metacarpianos**

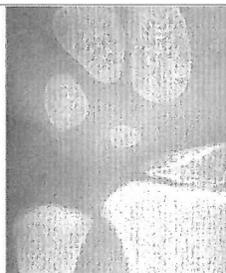
Las epífisis tienen forma de «uña», debido a la formación de ángulos en los extremos de su borde proximal.

**Hueso ganchoso**

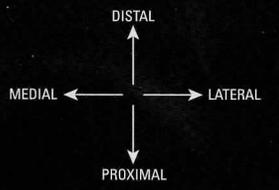
El borde adyacente al piramidal es cóncavo y engrosado.

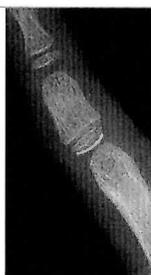
**Piramidal**

Ha aumentado de tamaño.

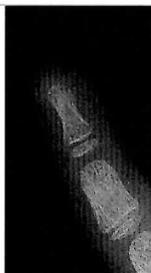
**Semilunar**

Es redondeado, de bordes bien definidos; el diámetro máximo es menor que la mitad del ancho de la metafisis del cúbito.



**Falange media del 5° dedo**

La porción central del borde proximal se ha engrosado y ha crecido para su posterior articulación con la falange adyacente.

**Falange distal del 5° dedo**

El diámetro transversal de la epífisis es tan ancho como su metáfisis.

**Semilunar**

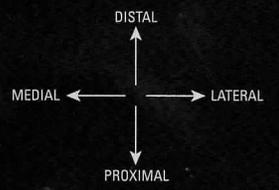
El diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de la metáfisis del cúbito. Aparece una línea blanca, engrosada por dentro del borde distal.

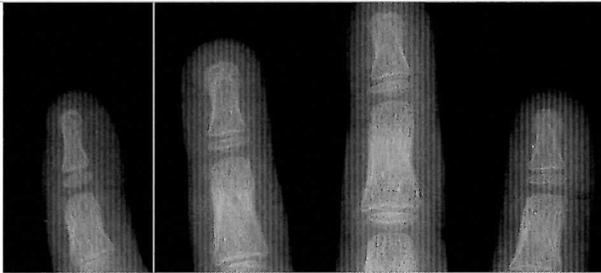
**Escafoides**

El núcleo de osificación es de forma redondeada, con bordes bien definidos.

**Trapezio**

El núcleo de osificación tiene aspecto redondeado, con bordes bien definidos; su diámetro máximo es menor que la mitad del ancho de la metáfisis del primer metacarpiano.



**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

Las epífisis son tan anchas como sus metáfisis.

**Piramidal**

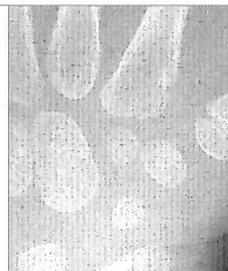
El diámetro longitudinal es francamente mayor que el transversal.

**Escafoides**

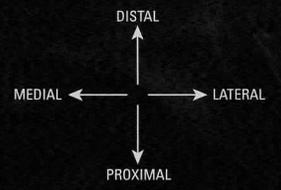
El hueso ha aumentado de tamaño, sin embargo su diámetro máximo es menor que la mitad del ancho de la metáfisis del cúbito.

**Trapezio**

Ha aumentado de tamaño en relación al estándar anterior, y su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de la metáfisis del primer metacarpiano.

**Trapezoide**

El núcleo de osificación es de bordes bien definidos, su diámetro máximo es igual o mayor que la mitad del ancho de la metáfisis del primer metacarpiano.



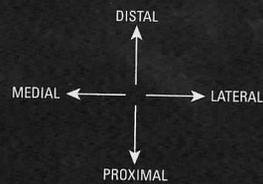
**Cúbito**

La epífisis tiene bordes bien definidos, su diámetro máximo es menor que la mitad del ancho de su metáfisis.

► PUNTUACIÓN DE EDAD ÓSEA 466

**Nota**

No se observan otros cambios significativos en relación al estándar anterior.

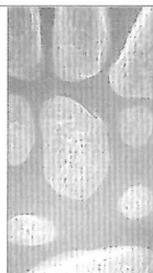


**Cuarto y quinto metacarpianos**

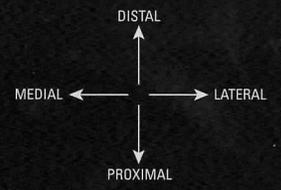
Las epífisis tienen forma de «uña», debido a la aparición de ángulos en ambos lados de su borde proximal.

**Falange proximal del pulgar**

El borde proximal de la epífisis es cóncavo y engrosado. El lado medial es más ancho que el lateral, dándole el aspecto de «cuña».

**Hueso grande**

En el borde distal adyacente al segundo y tercer metacarpianos aparece una línea blanca engrosada.

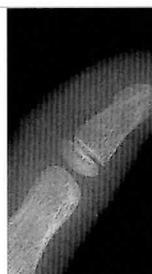


**Cúbito**

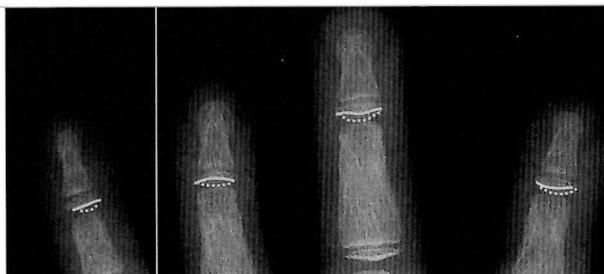
El diámetro transversal de la epífisis es igual o mayor que la mitad del ancho de su metáfisis.

**Primer metacarpiano**

Aparece una pequeña concavidad en el borde proximal debido a que se inicia la formación de las caras palmar y dorsal.

**Falange distal del pulgar**

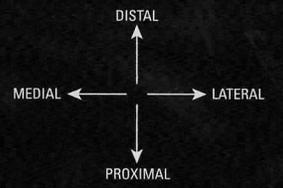
En el borde distal de la epífisis se observan dos líneas blancas curvas que forman una «silla de montar» que se adapta al borde proximal de su metáfisis.

**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

Las superficies palmar y dorsal son visibles y se adaptan al borde distal de las falanges medias.

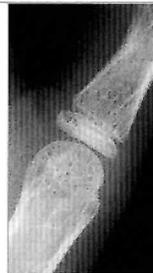
**Trapecio**

El hueso ha aumentado su tamaño en dirección distal hacia la base del segundo metacarpiano, de modo tal que el espacio entre ambos es menor que un tercio del diámetro máximo del hueso.



**Cúbito**

La apófisis estiloides se aprecia como una proyección distal al resto de la epífisis.

**Falange proximal del pulgar**

El diámetro transversal de la epífisis es mayor que el de su metáfisis.

**Falanges proximales 2° al 5° dedos**

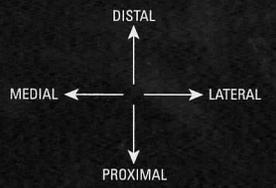
Las falanges han aumentado de tamaño y ahora son tan anchas como sus metáfisis.

**Hueso grande**

Las facetas articulares para el segundo y tercer metacarpianos ahora son visibles por dentro del borde del hueso, y han dado lugar a la aparición de las caras palmar y dorsal. El hueso ha crecido en dirección al cuarto metacarpiano, formando un espolón.

**Semilunar**

Más allá de la línea blanca engrosada, se observa un crecimiento del hueso en dirección al escafoides.



**Cúbito**

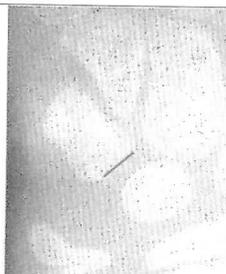
La cabeza está bien definida y es más densa que la apófisis estiloides. El borde proximal y/o distal presenta una concavidad.

**Primer metacarpiano**

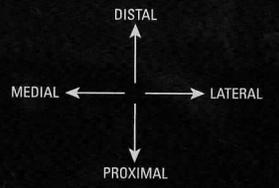
Se ha acentuado la concavidad del borde proximal y ahora se aprecia una línea blanca engrosada, con dos porciones bien definidas: latero-dorsal y medio-palmar.

**Segundo al quinto metacarpianos**

Aparecen líneas blancas verticales por dentro de sus bordes medial y/o lateral, que corresponden a las caras palmar y dorsal.

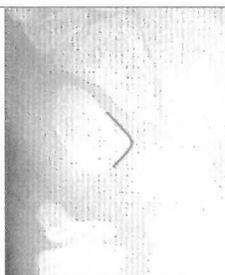
**Piramidal**

Las superficies palmar y dorsal son visibles en los bordes correspondientes al hueso ganchoso y/o al semilunar.



**Hueso ganchoso**

En la parte central del hueso se observa un esbozo del «gancho».

**Piramidal**

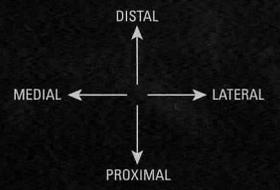
Los bordes adyacentes al hueso ganchoso y al semilunar se han aplanado, formando un ángulo recto.

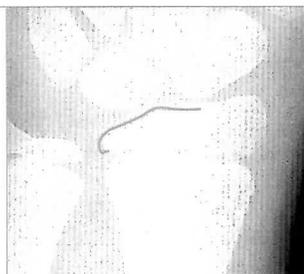
**Trapezoido**

El borde distal del hueso contacta o solapa el extremo proximal del segundo metacarpiano.

**Trapezoide**

Aparecen líneas blancas por dentro de los bordes adyacentes al hueso grande y al segundo metacarpiano (ambos), debido al crecimiento del hueso en dirección medial y distal.

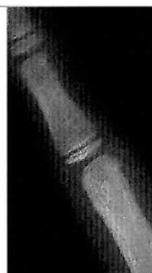


**Radio**

En el borde medial de la epífisis aparece un doble contorno para su articulación con el cúbito.  
En la superficie dorsal se distinguen las carillas para articularse con el semilunar y el escafoides.

**Falange proximal del 5° dedo**

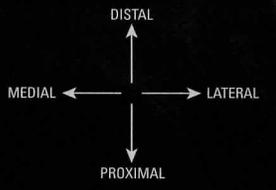
La epífisis es tan ancha como su metáfisis.

**Falange media del 5° dedo**

La epífisis es tan ancha como su metáfisis.

**Escafoides**

El borde adyacente al trapecio y al trapezoide es plano. El hueso ha crecido en dirección proximal y medial, de manera que la superficie dorsal se extiende hacia el hueso grande y al semilunar.



**Cúbito**

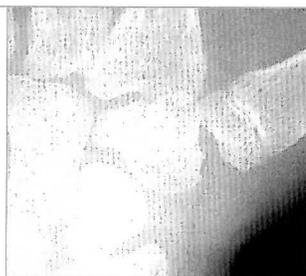
La epífisis es tan ancha como su metáfisis.  
El borde proximal de la epífisis y el borde distal de la metáfisis se superponen en su tercio medio.

**Primer metacarpiano**

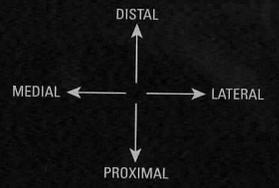
La epífisis rebasa su metáfisis en uno o ambos extremos, usualmente el medial.

**Segundo al quinto metacarpianos**

Las epífisis son tan anchas como sus metáfisis.

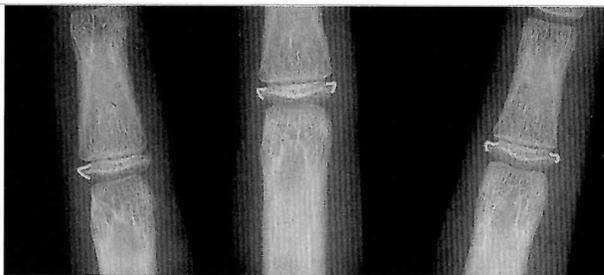
**Trapezio**

Aparece un borde recto en el lado lateral del extremo distal del hueso.



**Radio**

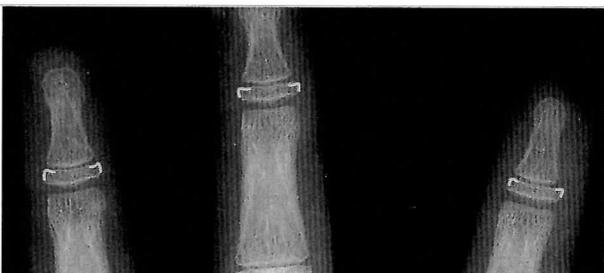
La epífisis rebasa (corona) la metáfisis en uno o ambos extremos, usualmente el medial.

**Falanges medias del 2° al 4° dedos**

Las epífisis rebasan (coronan) las metáfisis en uno o ambos lados.

**Falange distal del pulgar**

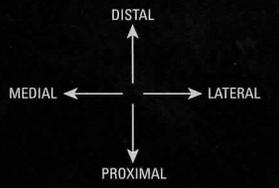
La epífisis rebasa la metáfisis en uno o ambos lados.

**Falanges distales del 2° al 4° dedos**

Las epífisis rebasan las metáfisis en uno o ambos lados.

**Semilunar**

La superficie dorsal adyacente al hueso grande y al escafoides ha crecido, de manera tal que contacta o se superpone a los bordes proximal y medial de estos huesos.



**Falange proximal del 5° dedo**

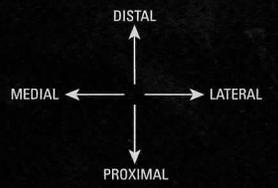
La epífisis rebasa (corona) la metáfisis en uno o ambos lados.

**Hueso ganchoso**

El gancho es completamente visible.

**Trapezoide**

La cara dorsal se superpone al borde lateral del hueso grande y/o al borde proximal del segundo metacarpiano. La cara palmar del borde proximal aparece plana.



**Radio**

La epífisis rebasa (corona) la metafisis en ambos extremos.

**Falange distal del 5° dedo**

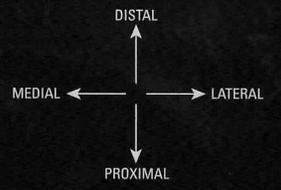
La epífisis rebasa la metafisis en uno o ambos lados.

**Piramidal**

La mitad distal del hueso se ha ensanchado, formándose una concavidad en el borde medial.

**Escafoides**

La parte lateral en su porción distal se ha ensanchado, dando lugar a una concavidad para su futura articulación con la apófisis estiloides del radio.

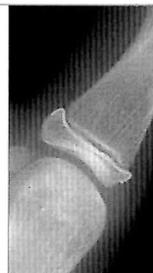


**Radio**

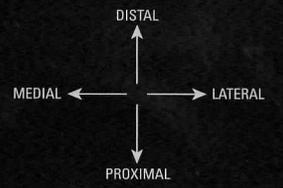
La línea oscura que representa el cartílago epifisario remanente, es menor que en estándares anteriores.

**Segundo al quinto metacarpianos**

Las epífisis rebasan (coronan) sus metáfisis en uno o ambos lados.

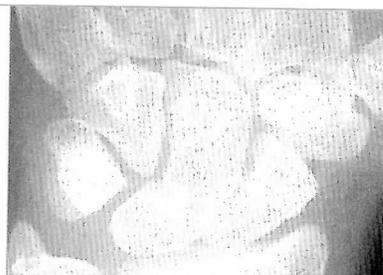
**Falange proximal del pulgar**

La epífisis rebasa su metáfisis en uno o ambos lados.

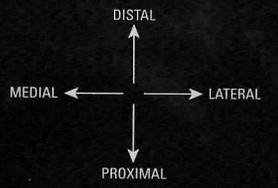


**Falanges proximales del 2° al 4° dedos**

Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis. Es visible una línea compuesta por áreas oscuras en las que todavía existe cartilago epifisario, así como también zonas blancas densas en las que ya se ha producido la fusión.

**Carpó**

El espacio entre los huesos del carpó va desapareciendo y la maduración de cada uno de ellos corresponde a la etapa adulta.



**Cúbito**

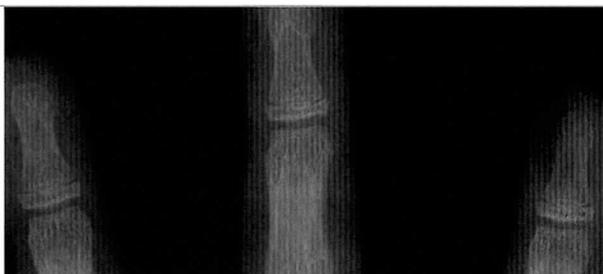
El borde proximal de la epífisis y el borde distal de la metáfisis se superponen en su tercio central.

**Primer metacarpiano**

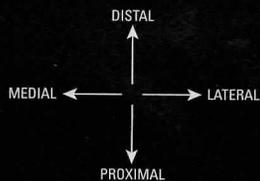
La epífisis rebasa (corona) su metáfisis en uno o ambos lados.

**Segundo al cuarto metacarpianos**

Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis. La línea oscura del cartílago ocupa menos de las tres cuartas partes del ancho del hueso.

**Falanges distales del 2° al 4° dedos**

Se ha iniciado la fusión entre las epífisis y sus metáfisis.



**Cúbito**

Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y la metáfisis.

**Primer metacarpiano**

Se visualiza la línea de fusión entre la epífisis y su metáfisis, aún existen líneas oscuras que representan el cartílago epifisario.

**Segundo al quinto metacarpianos**

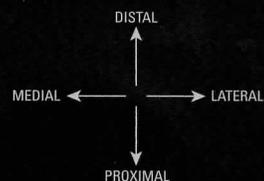
La línea de fusión entre las epífisis y sus metáfisis es mayor, aún existen líneas oscuras que representan el cartílago epifisario.

**Falange distal del pulgar**

Se ha iniciado la fusión de la epífisis con su metáfisis. La línea oscura del cartílago epifisario ocupa más de las tres cuartas partes del ancho del hueso.

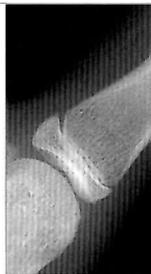
**Falange distal del 5° dedo**

Se ha iniciado la fusión de la epífisis con su metáfisis.



**Radio**

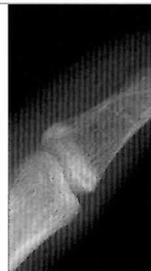
Se ha iniciado la fusión entre la epífisis y su metáfisis.

**Falange proximal del pulgar**

Se ha iniciado la fusión de la epífisis con su metáfisis.

**Falanges medias del 2° al 5° dedos**

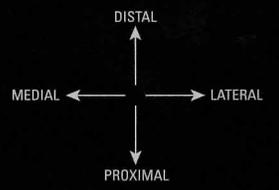
La fusión de las epífisis con sus metáfisis es casi completa.

**Falange distal del pulgar**

La fusión de la epífisis con su metáfisis ha avanzado en relación al estándar anterior.

**Falanges distales del 2° al 5° dedos**

La fusión de las epífisis con sus metáfisis es completa. En la mayor parte de su extensión, la línea de fusión ha desaparecido, pero aún puede haber cartilago remanente.



**Radio**

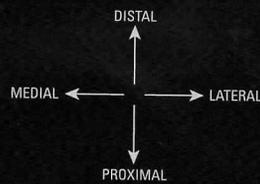
Todavía es visible una línea transversal, compuesta por áreas oscuras correspondientes a cartílago epifisario.

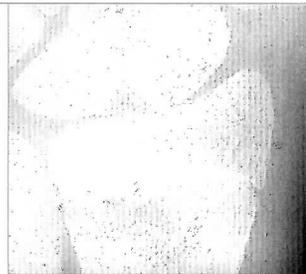
**Cúbito**

La fusión de la epífisis con su metáfisis ha avanzado, sin embargo aún pueden observarse zonas oscuras correspondientes al cartílago remanente.

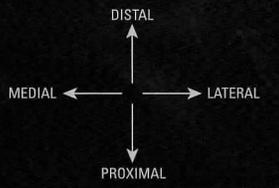
**Carpo**

Ha desaparecido el espacio remanente entre los huesos, especialmente en sentido distal (hacia los metacarpianos).



**Radio**

La fusión de la epífisis con su metáfisis ha avanzado. Solamente permanecen sin fusionar sus extremos, debido a la presencia de cartílago remanente.

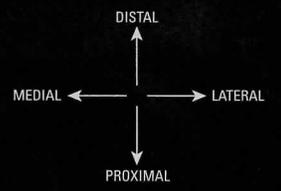


**Radio**

Aun cuando la maduración ósea es completa, puede persistir una línea blanca que corresponde a la fusión de la epífisis con su metáfisis.

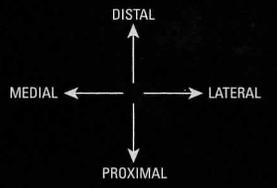
▶ PUNTUACIÓN DE EDAD ÓSEA 1000

▶ PUNTUACIÓN HUESOS LARGOS 1000





La maduración en los huesos largos y en el carpo corresponde a la de una ADULTA JOVEN.





## Aplicación práctica

Para la evaluación de la maduración ósea es necesario seguir una serie de pasos, para lo cual se debe disponer de una radiografía de mano y muñeca izquierda que reúna los criterios técnicos para una correcta lectura. Una vez obtenida la edad ósea (EDO) se calcula el adelanto o retardo absoluto y relativo de la misma en función de la edad. Por último, se realiza la predicción de la talla adulta (TA) por el método TW3, la cual se relaciona con el potencial genético de los padres.

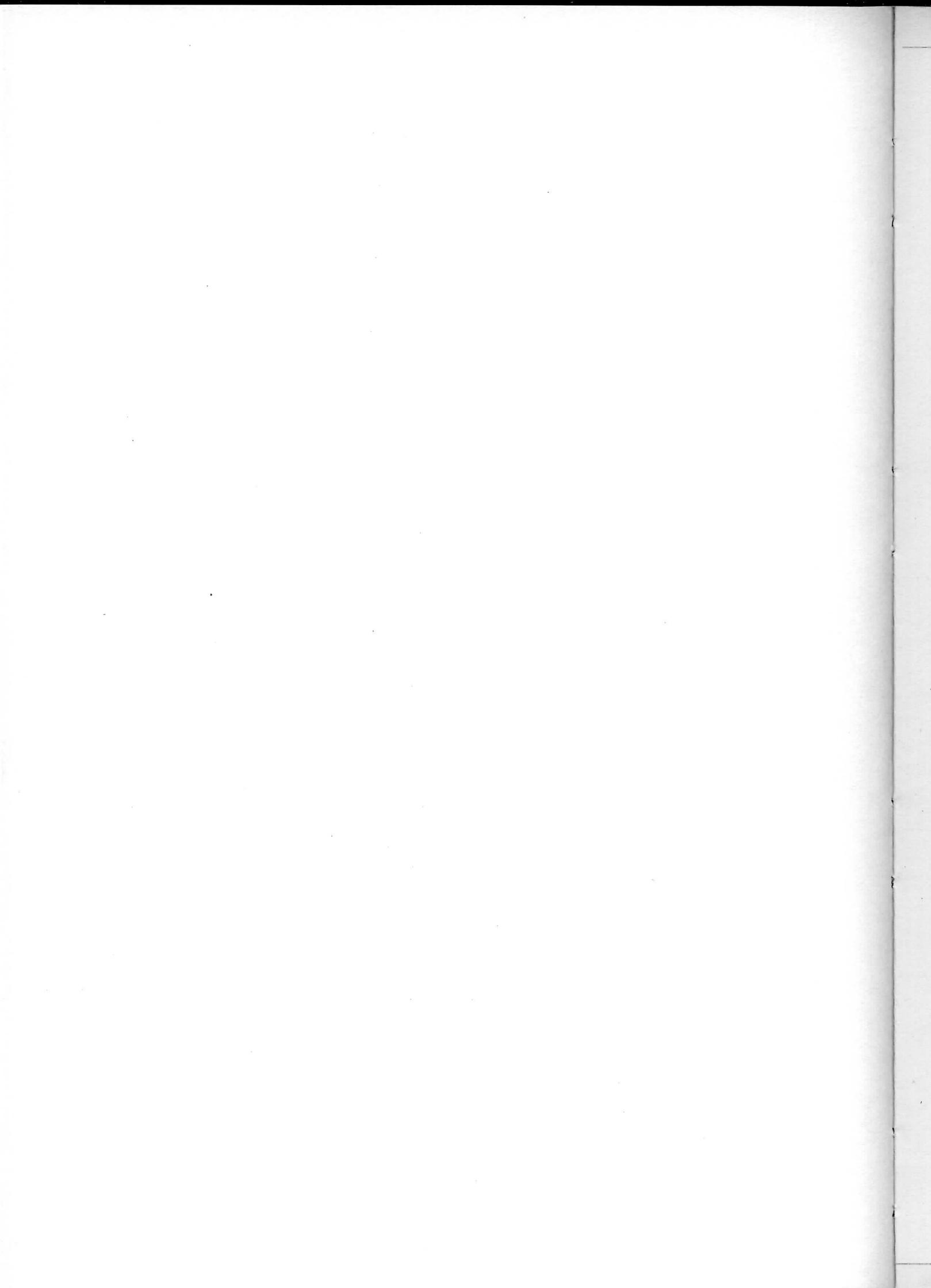
#### CÁLCULO DE LA EDAD CRONOLÓGICA DECIMAL (ED)

- Se anota la fecha de evaluación y la fecha de nacimiento.
- Se buscan en la tabla de edad decimal los dígitos correspondientes al día y el mes (*Cuadro 1*).
- Se colocan los cuatro dígitos del año separados de los tres dígitos correspondientes a la tabla de edad decimal, con una coma.
- Para obtener la edad decimal, se resta y el resultado se expresa en años.

	1 Ene	2 Feb	3 Mar	4 Abr	5 May	6 Jun	7 Jul	8 Ago	9 Sep	10 Oct	11 Nov	12 Dic
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082		244		411		578	663		830		997

Cuadro 1  
Tabla de edad decimal

Fuente:  
FUNDACREDESA, 1978a.



### CÁLCULO DE LA EDAD CRONOLÓGICA (EC)

Para calcular la edad cronológica (EC), tiempo transcurrido desde el momento del nacimiento hasta la fecha de evaluación, expresada en años calendario, es preciso seguir estos pasos:

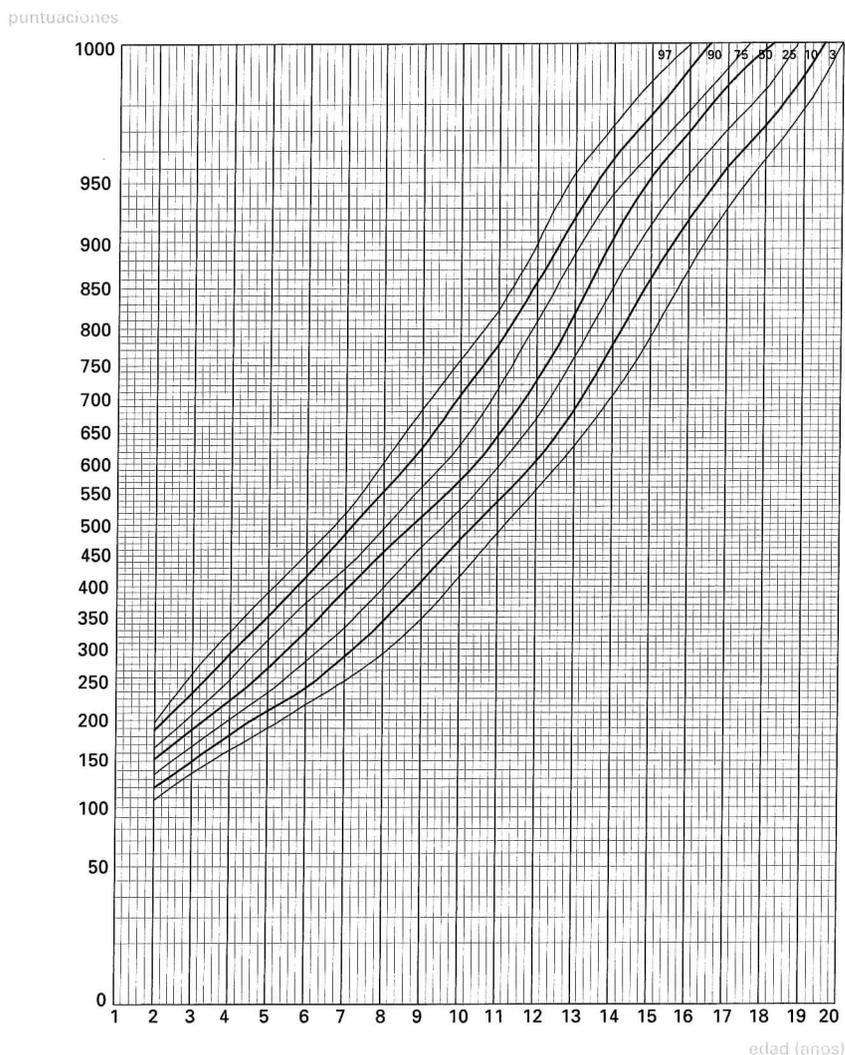
- Se anota la fecha de evaluación y la fecha de nacimiento.
- Se restan los días, meses y años, y el resultado se expresa en años y meses.

- Cuando el minuendo es mayor que el sustraendo se le suman al primero 30 días, correspondientes a un mes, o 12 meses, correspondientes a un año, dependiendo del caso.

### EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA

Utilizando la edad ósea (EDO), la cual es un indicador biológico que refleja el grado de maduración esquelética que ha alcanzado un niño o joven a una edad determinada, y la

Figura 7  
Percentiles de puntuaciones de edad ósea en varones



Fuente:  
Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH), 1996

edad cronológica (EC), se puede evaluar cuál es la maduración ósea alcanzada, utilizando la siguiente fórmula:

• Cálculo de adelanto o retardo absoluto:  
 $EC - EDO = \text{años}$

(es recomendable convertir a meses)

• Cálculo de adelanto o retardo relativo:  
 $EDO / EC \times 100 = \% \text{ de maduración alcanzada}$

El porcentaje de retardo o adelanto se obtiene restando de 100, el porcentaje de la maduración ósea alcanzada.

Utilizando las puntuaciones de EDO señaladas en cada estándar y la ED, se ubica al niño o adolescente en las distribuciones percentilares de la referencia nacional (Figuras 7 y 8).

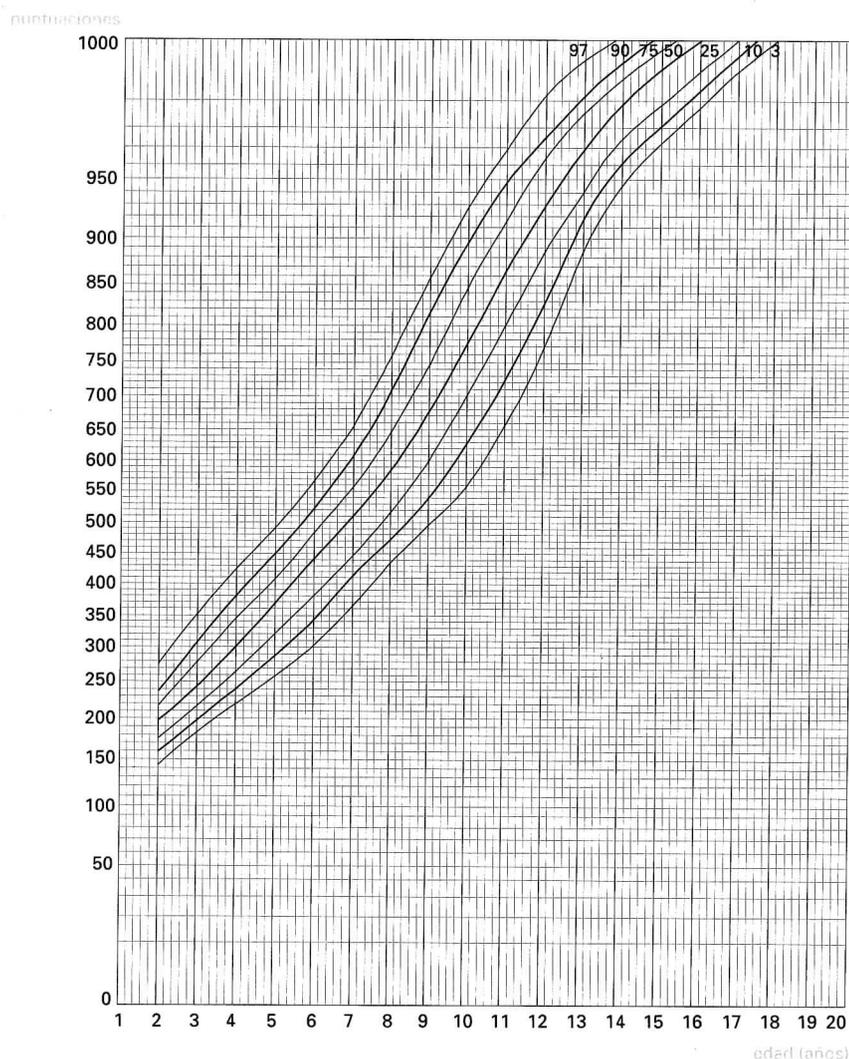


Figura 8  
 Percentiles de puntuaciones  
 de edad ósea en niñas

• Fuente:  
 Estudio Nacional  
 de Crecimiento y Desarrollo  
 Humanos de la República  
 de Venezuela (ENCDH), 1996

**PREDICCIÓN DE TALLA ADULTA (TA)**

La predicción de Talla Adulta (TA) (Método TW3) se obtiene a partir de coeficientes estimados para la puntuación de los huesos largos y una constante; incluye la desviación típica para obtener el rango de variabilidad de la TA (Cuadros 3 y 5). En los varones entre 4,0 y 9,9 años y en las niñas entre 4,0 y 6,9 años el método no toma en consideración la maduración ósea (Cuadros 2 y 4). Cuando la puntua-

ción de los Huesos Largos sea igual a 1.000, independientemente de la edad, este método no es aplicable.

El valor obtenido se grafica a los 19 años, independientemente de la edad del niño o adolescente. Se clasifica en relación con los límites superior (LS) e inferior (LI) del potencial de padres (PP).

- Predicción normal para  $PP > LI \leq LS$
- Predicción alta para  $PP > LS$
- Predicción baja para  $PP \leq LI$

**Cuadro 2**  
**Coeficientes para la predicción de talla adulta en varones de 4 a 9 años (Método TW3)**

<i>Talla adulta = Talla actual (cm) + 97 - 6 . (edad en años)</i>	
Edad (años)	D.E. (cm)
4,0	4,6
5,0	4,3
6,0	4,2
7,0	4,0
8,0	3,8
9,0	3,7

Reproducido con permiso de los autores.

• Fuente:  
Tanner y col., 2001

**Cuadro 3**  
**Coeficientes para la predicción de talla adulta en varones de 10 a 17 años (Método TW3)**

<i>Talla adulta = Talla actual (cm) + ( a . puntuación huesos largos* ) + b</i>			
Edad (años)	Coeficientes de puntuaciones Huesos Largos (a)	Constante (b)	D.E. (cm)
10,0	-0,0321	47,01	3,4
10,5	-0,0378	47,06	
11,0	-0,0419	46,70	3,2
11,5	-0,0444	45,95	
12,0	-0,0455	44,80	3,5
12,5	-0,0453	43,25	
13,0	-0,0440	41,30	4,1
13,5	-0,0417	38,94	
14,0	-0,0385	36,20	3,4
14,5	-0,0347	33,05	
15,0	-0,0302	29,50	3,1
15,5	-0,0254	25,55	
16,0	-0,0203	21,20	2,1
16,5	-0,0150	16,45	

(\*) No aplicable cuando la puntuación sea igual a 1.000.  
Reproducido con permiso de los autores.

• Fuente:  
Tanner y col., 2001

<b>Talla adulta = Talla actual (cm) + 85 - 6 . (edad en años)</b>	
<b>Edad (años)</b>	<b>D.E. (cm)</b>
4,0	4,2
5,0	4,2
6,0	4,1

Reproducido con permiso de los autores.

**Cuadro 4**  
**Coefficientes para**  
**la predicción de talla adulta**  
**en niñas de 4 a 6 años**  
**(Método TW3)**

• Fuente:  
Tanner y col., 2001

<b>Talla adulta = Talla actual (cm) + (a . puntuación huesos largos*) + b</b>			
<b>Edad (años)</b>	<b>Coefficientes de puntuaciones Huesos Largos (a)</b>	<b>Constante (b)</b>	<b>D.E. (cm)</b>
7,0	-0,0578	59,77	3,7
7,5	-0,0559	57,30	
8,0	-0,0540	54,99	3,5
8,5	-0,0521	52,82	
9,0	-0,0502	50,76	3,0
9,5	-0,0483	48,78	
10,0	-0,0464	46,86	3,1
10,5	-0,0445	44,96	
11,0	-0,0427	43,07	3,0
11,5	-0,0408	41,16	
<b>PREMENARQUIA</b>			
12,0	-0,0389	39,18	3,0
12,5	-0,0370	37,13	
13,0	-0,0351	34,97	3,0
13,5	-0,0332	32,68	
<b>POSTMENARQUIA</b>			
12,0	-0,011	14,47	2,1
12,5	-0,011	13,85	
13,0	-0,011	13,34	1,2
13,5	-0,011	12,94	
14,0	-0,011	12,66	0,9
14,5	-0,011	12,50	

(\*) No aplicable cuando la puntuación sea igual a 1.000.  
Reproducido con permiso de los autores.

**Cuadro 5**  
**Coefficientes para**  
**la predicción de talla adulta**  
**en niñas de 7 a 15 años**  
**(Método TW3)**

• Fuente:  
Tanner y col., 2001

### CÁLCULO DEL POTENCIAL GENÉTICO EN TALLA DE LOS PADRES

El potencial genético en talla se puede estimar a partir de la talla de los padres, para lo cual se usa una gráfica de distancia y, tomando en consideración el dimorfismo sexual en talla

adulta, se calcula el punto medio del potencial. Los límites de este potencial se determinan a partir de las desviaciones típicas residuales de los hombres (5 cm) y de las mujeres (4,5 cm); de modo tal que el rango es de  $\pm 10$  cm en los varones y  $\pm 9$  cm para el sexo femenino. Teóricamente, este punto medio debería ajustarse en

+1 ó +2 cm, de acuerdo con la tendencia secular para cada población.

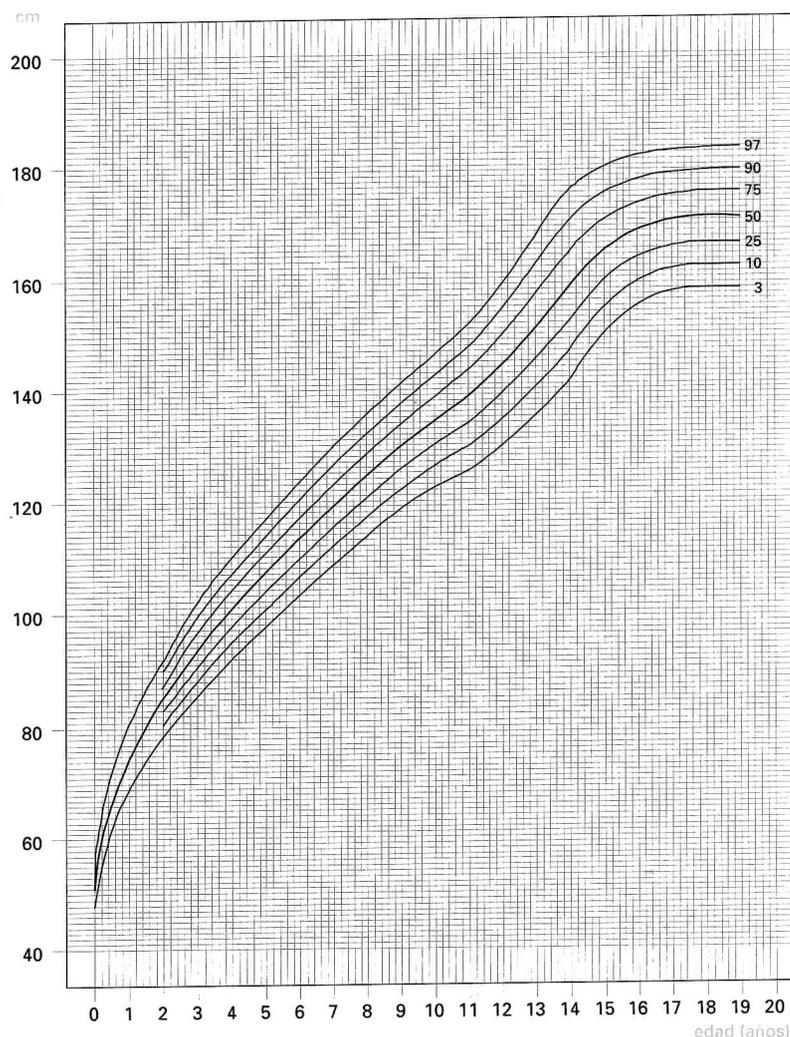
Para el cálculo del potencial genético por el método gráfico, se deben seguir los siguientes pasos:

1) Usar una gráfica de distancia de talla de 0 a 19 años, de la referencia nacional (*Figuras 9 y 10*).  
2) En caso de que se trate de un varón, la talla del padre se grafica directamente. A la talla de la madre se le suman 12,5 cm (dimorfismo sexual adulto en talla para la población venezolana).

3) Cuando se trata de una niña, la talla de la madre se grafica directamente. A la talla del padre se le restan 12,5 cm (dimorfismo sexual adulto en talla para la población venezolana).

4) Se toma el punto equidistante entre las tallas de ambos padres que se han graficado previamente; esto constituye el punto medio del potencial. Los límites del mismo se señalan añadiendo, por encima y por debajo del punto medio, 10 cm si se trata de un varón y 9 cm si se trata de una niña.

*Figura 9*  
**Percentiles de talla en varones**



**Fuente:**  
Estudio Nacional  
de Crecimiento y Desarrollo  
Humanos de la República  
de Venezuela (ENCDH), 1996

Estos límites se expresan en percentiles.  
El potencial de los padres también se puede calcular con las siguientes fórmulas:

$$\text{Varón} = \frac{TP + (TM + 12,5 \text{ cm})}{2} \pm 10 \text{ cm}$$

$$\text{Niña} = \frac{TM + (TP - 12,5 \text{ cm})}{2} \pm 9 \text{ cm}$$

\*TM = Talla Madre

\*TP = Talla Padre

Cuando no se puede obtener la talla de uno de los padres, ésta podría sustituirse por la media de la población del sexo correspondiente; en este caso, los límites del potencial deberán ampliarse a 11 cm para el sexo masculino y 10 cm para el sexo femenino (López-Blanco y Landaeta-Jiménez, 1991; Espinoza, 1998).

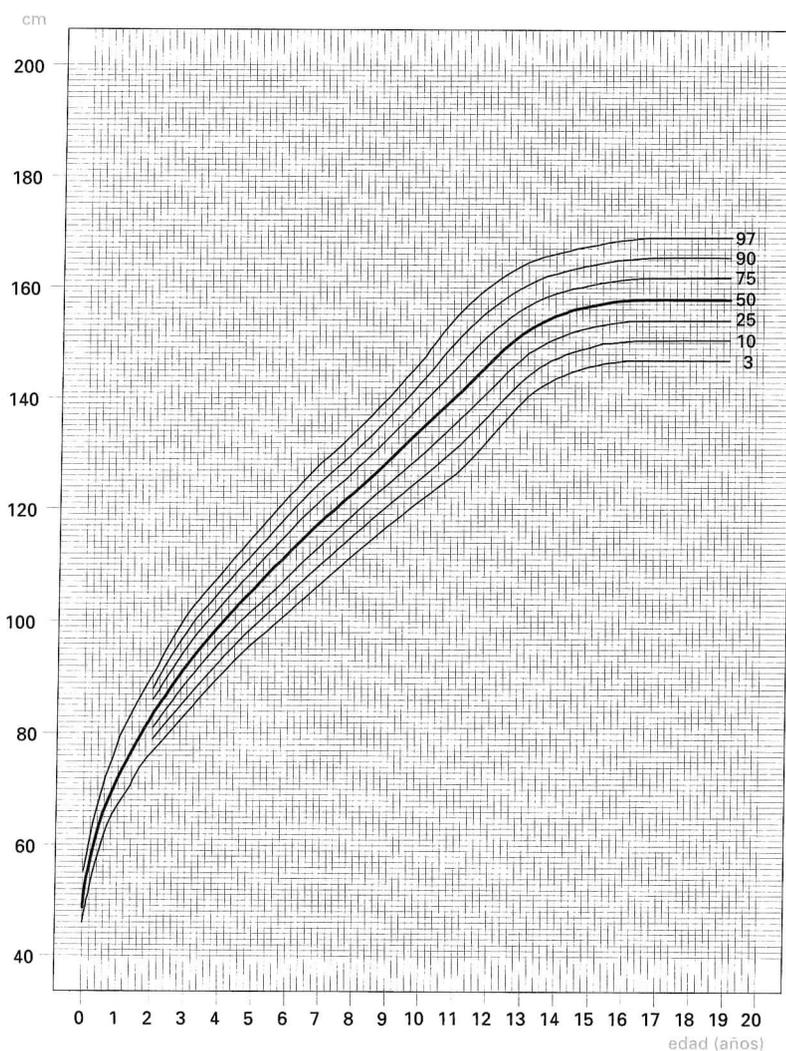


Figura 10  
Percentiles de talla en niñas

• Fuente:  
Estudio Nacional  
de Crecimiento y Desarrollo  
Humanos de la República  
de Venezuela (ENCDH), 1996

## EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA

## Cálculo de la edad decimal (ED) (Cuadro 1)

11 diciembre = 942

01 septiembre = 666

1996,942

1989,666

07,276

ED = 7,276 años

Sexo	Femenino
Fecha de nacimiento	01/09/89
Fecha de examen	11/12/96
Talla padre	179 cm
Talla madre	168,7 cm
Talla niña	135 cm
EDO	8 años 6 meses (8,5 años) = 102 meses
Puntuaciones EDO	687
Puntuaciones Huesos Largos	428

## Cálculo de la edad cronológica (EC)

11 - 12 - 96

01 - 09 - 89

10 - 03 - 07

EC = 7 años 3 meses (87 meses)

## Evaluación de la maduración ósea

Retardo / Adelanto Absoluto:  $87 - 102 = -15 = 15$  meses de adelantoRetardo / Adelanto Relativo:  $102 / 87 \cdot 100 = 117,2\%$  de maduración alcanzada

17,2 % de adelanto

## Ubicación en las distribuciones percentilares de la referencia nacional (Figura 8)

ED: 7,276 años

Puntuaciones EDO: 687

Percentil: 97

## Predicción de talla adulta (TA) (Cuadro 5)

Talla adulta = Talla actual (cm) + (a . puntuación huesos largos) + b

Talla Actual: 135 cm

Coeficiente (a): -0,0578

Puntuación Huesos Largos: 428

Constante (b): 59,77

D.E.: 3,7

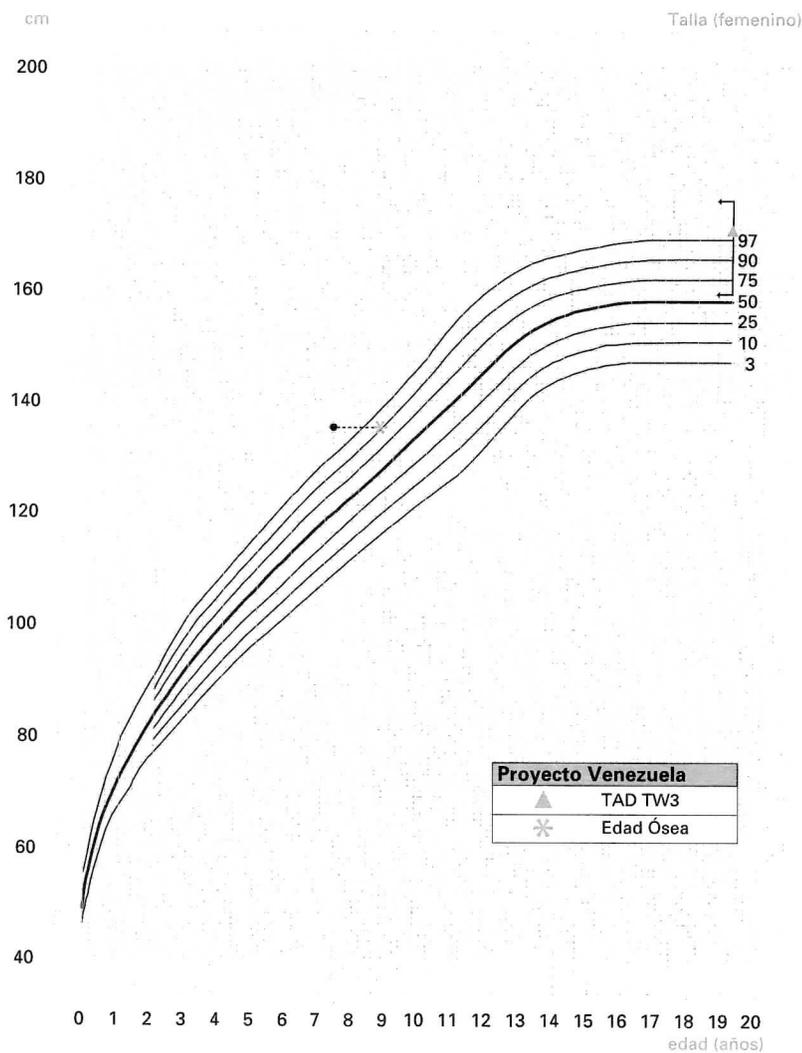
135 cm + (-0,0578 . 428) + 59,77 = 170,0 ± 3,7

### Cálculo del potencial de los padres

$$168,7 + (179 - 12,5) = 167,6 \text{ cm (percentiles 90 / 97)}$$

Límite Superior 176,6 cm (↑p97)

Límite Inferior 158,6 cm (↑p50)



**Figura 11**  
*Ejemplo de evaluación de maduración ósea*

Fuente:  
Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH), 1996

### ORIENTACIÓN DIAGNÓSTICA

Maduración ósea adelantada, predicción de talla adulta dentro del potencial genético en talla de los padres (Figura 11).

(Basado en López-Blanco y col., 1991)



## Referencias bibliográficas

- **Acheson RM.**  
*Maturation of the skeleton.*  
In: Human Development.  
F. Falkner (Ed).  
Philadelphia: Saunders. 1966.
- **Aicardi G, Vignolo M, Aicardi M.**  
*Skeletal age assessment: state of the art.*  
Act Med Auxol 2000; 32 (1): 11-12.
- **Benso L, Vannelli S, Pastorin L, Benso A, Milani S.**  
*Variation of bone age progression in healthy children.*  
Act Paediatrica 1997; 423 (Suppl): 109-112.
- **Beunen G and Cameron N.**  
*The reproducibility of TW2 skeletal age assessment by a self-taught assessor.*  
Ann Hum Biol 1980; 7: 155-162.
- **Bogin B.**  
*Pattern of human growth.*  
Cambridge. Cambridge University Press. 1988.
- **Canals M, Valenzuela C, Avendaño A.**  
*Atlas de madurez ósea.*  
Publicaciones Técnicas Mediterráneo. LTD. Editorial Universitaria S.A.  
Santiago de Chile, 1993.
- **Canelón Arocha JL.**  
*La radiografía de la mano y de la muñeca izquierda para determinar la edad ósea.*  
Rev Soc Med-Quir.  
Hospital de Emergencia Pérez de León 1987; Vol XXII (3): 66.
- **Espinoza I.**  
*Guía práctica para la evaluación del crecimiento, maduración y estado nutricional del niño y adolescente.*  
Arch Ven Puer Ped 1998; 61 (Supl. 1): 3-52.
- **Eveleth P and Tanner JM**  
*Rate of maturation: population differences in skeletal, dental and pubertal development.*  
In: P. Eveleth and J.M. Tanner (Eds).  
Worldwide Variation in Human Growth, 2nd Ed.  
London: Cambridge University Press. 1990: 145-175 and Appendix Table 77-78.
- **Farid Coupal N, López Contreras M, Méndez Castellano H.**  
*The age at menarche in Carabobo, Venezuela, with a note in the secular trend.*  
Ann Hum Biol 1981; 8 (3): 283-288.
- **Ferrán A.**  
*SPSS para Windows. Programa y análisis estadístico.*  
McGraw Hill, 1996.
- **FUNDACREDESA.**  
*Manual de Procedimientos. Área de Antropometría.*  
Proyecto Venezuela.  
Editorial Alpha.  
Caracas 1978a.
- **FUNDACREDESA.**  
*Resultados del Estudio Piloto del Estado Carabobo.*  
Proyecto Venezuela. Tomos I-II.  
Editorial Alpha.  
Caracas 1978b.
- **Garn SM and Rohmann CG.**  
*The number of hand wrist centres.*  
Am J Phys Anthropol 1960; 18: 293-299.
- **Greulich WW and Pyle S.**  
*Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist.*  
2nd Ed. Stanford University Press. Stanford Ca. 1959.
- **Guimarey LM and Pucciarelli HM.**  
*Bone age in humans estimated by a small number of hand-wrist ossification centers.*  
Act Med Auxol 1996; 28 (3): 125-134.
- **Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B, Rincón JM.**  
*Maduración y predicción de talla. Atlas y métodos numéricos.*  
Editorial Díaz de Santos, S.A.  
Madrid. 1991.
- **Izaguirre-Espinoza I, López Contreras-Blanco M, Macías-Tomei C.**  
*Crecimiento puberal en niñas del Estudio Longitudinal de Caracas. Modelo Preece-Baines 1.*  
An Ven Nutr 1989a; 2: 57-60.
- **Izaguirre-Espinoza I, López Contreras-Blanco M, Macías-Tomei C.**  
*Estimación de la edad de la menarquia en un estudio longitudinal: comparación de métodos.*  
Act Cient Ven 1989b; 40: 215-221.

- Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Sileo E. *Evaluación de la maduración*. En: M. López-Blanco y M. Landaeta-Jiménez (Eds). Manual de Crecimiento y Desarrollo. SVPP, Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. Laboratorios Serono. FUNDACREDESA. Caracas 1991. pp. 9-15.
- Izaguirre-Espinoza I, López Contreras-Blanco M, Macías-Tomei C. *Peso en adolescentes del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas: Modelo Preece-Baines 1*. An Ven Nutr 1992; 5: 49-52.
- Izaguirre-Espinoza I, López Contreras-Blanco M, Macías-Tomei C. *Comportamiento de la maduración esquelética en niñas del Estudio Longitudinal de Caracas (ELAMC)*. Arch Lat Nutr 1994; 44 (3): 36S.
- Izaguirre-Espinoza I. *Crecimiento y maduración del púber venezolano. Una visión integral. Presentado en el Simposio "Crecimiento y Nutrición del Púber Latinoamericano"*. XI Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición "Dr. Abraham Horwitz". Guatemala, 1997.
- Izaguirre-Espinoza I. *Evaluación antropométrica de la maduración física del púber*. An Ven Nutr 1999; 12 (1): 84-86.
- Jambu M and Lebaux M. *Cluster analysis and data analysis*. North-Holland Publishing Company. Amsterdam, New York-Oxford, 1983.
- Johnston FE and Malina R. *The contribution of the carpal bones to the assessment of skeletal age*. Am J Phys Anthropol 1965; 23: 349-354.
- Jordán J. *Maduración Ósea*. En: J. Jordán (Ed). Desarrollo Humano en Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana 1979. pp. 237-238.
- Kimura K. *Skeletal maturity in children of mixed American and Japanese. Parentage as assessed by the TW2-method*. In: P. Dasgupta and R. Hauspie (Eds). Perspectives in Human Growth, Development and Maturation. Kluwer Academic Publishers. Netherlands: 2001. pp. 281-297.
- Landaeta-Jiménez M, López-Blanco M, Méndez-Castellano H. *Crecimiento. Desarrollo y Maduración: Tendencias Nacionales*. En: Fundación Cavendes (Ed). La Nutrición ante la Salud y la Vida. Caracas: Editorial Sarbo. 1991. pp. 83-106.
- Lebart L, Morineau A, Warwick KM. *Multivariate descriptive statistical analysis, correspondence analysis and related technique for large matrices*. Wiley & Sons Inc. 1984.
- Lejarraga H, Guimarey L, Orazi V. *Skeletal maturity of the hand and wrist of healthy Argentinian children aged 4-12 years, assessed by the TWII method*. Ann Hum Biol 1997; 24 (3): 257-261.
- López-Blanco M, Tovar Escobar G, Farid Coupal N, Landaeta-Jiménez M, Méndez Castellano H. *Estudios comparados de la estatura y la edad de la menarquia según estrato socio-económico en Venezuela*. Arch Lat Nutr 1981; 31: 740-757.
- López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. *Crecimiento y maduración de los venezolanos de las regiones zuliana, centro-occidental, nororiental y del área metropolitana de Caracas*. En: H. Méndez Castellano (Ed). La familia y el Niño Iberoamericano y del Caribe. 1er Simposio. Caracas. ExLibris 1987; 181-197.
- López-Blanco M, Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, Landaeta-Jiménez M, Lanes R. *Crecimiento y maduración: orientación diagnóstica*. En: M. López-Blanco y M. Landaeta-Jiménez (Eds). Manual de Crecimiento y Desarrollo. SVPP, Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. Laboratorios Serono. FUNDACREDESA. Caracas, 1991. pp. 112-135.

- López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab Verardy L. *Differences in Growth in Early, Average and Late Maturing Children of the Caracas Mixed-Longitudinal Study. Auxology '94.* Humanbiol. Budapest 1994; 25: 341-348.
- López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Bosch V, Cevallos JL, Angulo-Rodríguez N, Fossi M, Mijares A, Méndez-Mijares M. *Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas.* Informe Final a CONICIT (Mimeo). Caracas. 1995a.
- López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab-Verardy L. *Growth in Stature in Early, Average and Late Maturing Children of the Caracas Mixed-Longitudinal Study.* Am J Hum Biol 1995b; 7: 517-527.
- López-Blanco M, Macías-Tomei C, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Méndez Castellano H. *Patrones de crecimiento de los Venezolanos: Dimorfismo sexual y ritmo de maduración.* Arch Ven Puer Ped 1995c; 58: 163-170.
- López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. *Crecimiento físico y maduración.* En: H. Méndez Castellano (Ed). Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Editorial Técnica Salesiana. Vol. II. Caracas. 1996. pp. 695-754.
- López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Blanco-Cedres L. *Maduración temprana: factor de riesgo de sobrepeso y obesidad durante la pubertad?* Arch Lat Nutr 1999; 49 (1): 13-19.
- López Contreras-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. *Estudio longitudinal mixto del Área Metropolitana de Caracas.* Arch Ven Puer Ped 1986a; 49: 156-171.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. *Estudios de crecimiento y desarrollo en Venezuela. Comparación con las Normas Británicas.* Arch Ven Puer Ped 1986b; 49: 172-185.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, I de Espinoza I, Macías-Tomei C. *Crecimiento físico.* En: H. Méndez Castellano (Ed). La familia y el niño en Iberoamérica y el Caribe. FUNDACREDESA. Caracas: ExLibris. 1991a.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Méndez Castellano H. *Regional Differences in Growth of Venezuelans.* Anthropol Kozl 1991b; 33: 291-298.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Méndez Castellano H. *Urban-rural differences in the growth status of venezuelan children.* Am J Hum Biol 1992; 4: 105-113.
- Macías-Tomei C, López-Blanco M, Espinoza I, Vásquez-Ramírez M. *Pubertal development in Caracas upper-middle class boys and girls in a longitudinal context.* Am J Hum Biol 2000a; 12: 88-96.
- Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco M. *Maduración sexual y ósea según ritmo en niños y jóvenes del Estudio Longitudinal de Caracas.* An Ven Nutr 2000b; 13 (1): 188-195.
- Marshall WA. *Interrelationships of skeletal maturation, sexual development and somatic growth in man.* Ann Hum Biol 1974; 1: 29-40.
- Marshall WA and Limongi I. *Skeletal maturity and the prediction of age at menarche.* Ann Hum Biol 1976; 3: 235-243.

- Matkovic V.  
*Nutrition, genetics and skeletal development.*  
Am Collegue Nutr 1996;  
15 (6): 566-69.
- Méndez Castellano H,  
Méndez MC.  
*Sociedad y Estratificación.*  
Método Graffar-Méndez  
Castellano.  
FUNDACREDESA. Caracas, 1994.
- Méndez Castellano H y col.  
*Estudio Nacional  
de Crecimiento y Desarrollo  
Humanos de la República  
de Venezuela (ENCDH)*  
Caracas. Escuela Técnica  
Popular «Don Bosco» 1996.
- Nicoletti I, Cheli D,  
Cocco E, Salvi A. et al.  
*Individual skeletal profile  
based on the percentils of bone  
stages: a method for  
estimating skeletal maturity.*  
Act Med Auxol; 1978;  
10: 19-57.
- Nicoletti I.  
*Crescita e maturazione  
scheletrica, età ossea e predi-  
zione della statura adulta.*  
Firenze, Italia: Edizioni Centro  
Studi Auxologici 1991.
- Noguera Carrillo C,  
García K, Cardozo E,  
Mendoza J.  
*Aplicación de técnicas  
factoriales en la elaboración  
del Atlas de Maduración  
Esquelética a partir de los  
patrones nacionales  
de maduración y crecimiento.*  
V Jornadas Académicas 2002.  
Facultad de Ciencias  
Económicas y Sociales  
Escuela de Estadística  
y Ciencias Actuariales.  
Universidad Central de  
Venezuela. Caracas, 2002.
- Ouyang Z and Baolin L.  
*Skeletal maturity of the hand  
and wrist in chinese school  
children in Harbin assessed  
by the TW2 method.*  
Ann Hum Biol 1986;  
13 (2): 183-187.
- Pereira de Limongi I,  
Izaguirre de Espinoza I,  
Milá de la Roca A.  
*El desarrollo sexual de esco-  
lares del Área Metropolitana  
de Caracas.*  
Act Cient Venez 1980;  
31: 296-300.
- Pyle SI and Hoerr NL.  
*Radiographic standards  
of reference for the growing  
knee.*  
2nd Ed. Springfield IL.C.  
Thomas Publisher, 1969.
- Roche AF, Chumlea WC,  
Thissen J and Hamill PVV.  
*Skeletal maturity of children  
6-11 years: racial, geographic  
area, and socio-economic  
differentials.*  
US Department of Health,  
Education and Welfare  
Publication N° (HRA)  
75-1622. National Center  
for Health Statistics Series 11,  
N° 140, pp 62. 1974.  
Rockville, Maryland:  
USDHEW.
- Roche AF, Roberts J  
and Hamill PVV.  
*Skeletal maturity of children  
6-11 years, United States.*  
US Department of Health,  
Education and Welfare  
Publication N° (HRA)  
76-1631. National Center  
for Health Statistics Series 11,  
N° 149, pp 81. 1975a.  
Rockville, Maryland:  
USDHEW.
- Roche AF, Wainer H,  
Thissen D.  
*Skeletal Maturity: the knee  
joint as a biological indicator.*  
New York. London: Plenum  
Press 1975b.
- Roche AF, Roberts J  
and Hamill PVV.  
*Skeletal maturity of youths  
12-17 years, United States.*  
US Department of Health,  
Education and Welfare  
Publication N° (HRA)  
77-1642. National Center  
for Health Statistics Series 11,  
N° 160, pp 90. 1976.  
Rockville, Maryland:  
USDHEW.
- Roche AF, Roberts J  
and Hamill PVV.  
*Skeletal maturity of youths  
12-17 years: racial, geographic  
area and socio-economic  
differentials.*  
US Department of Health,  
Education and Welfare  
Publication N° (PHS)  
79-1654. National Center  
for Health Statistics Series 11,  
N° 176, pp 98. 1978.  
Hyattsville, Maryland:  
USDHEW.
- Roche AF, Chumlea WC,  
Thissen D.  
*Assessing of the skeletal  
maturity of the hand-wrist:  
FELS methods.*  
Springfield IL, C Thomas  
Publisher 1988.
- Roche AF.  
*Relative Utility  
of Carpal Skeletal Ages.*  
Ann Hum Biol 1989;  
(1): 479-482.

- Spad N.  
*Integrado-Versión PC. Centre International d' Statistique et d' Informatique Apliques.*  
1 Avenue Herbilon. 94160 Saint-Mandé (France). Cisia, 1994.
- Takai S, Akiyoshi T, Fuchigami A.  
*Skeletal Maturity of Japanese children en Amami-Oshima Island.*  
Ann Hum Biol 1984; 11 (6): 571-575.
- Tanner JM, Whitehouse RH and Healy MJR.  
*A New System for Estimating Skeletal Maturity from Hand and Wrist, with Standards Derived from a Study of 2.600 healthy british children.*  
Paris: Centre International de L' Enfance. 1962.
- Tanner JM and Whitehouse RH.  
*Growth response of 26 children with short stature given human growth hormone.*  
Br Med J 1967; 2: 69-75.
- Tanner JM, Hiernaux J, Jarman S.  
*Growth and Physique Studies.*  
In: JS Weiner and JA Lourie (Eds). Human Biology. A guide of field methods. IBP Handbook. Oxford Blackwell Scientific Publications 1969. pp.2-10.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H.  
*Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2-method).*  
1st Ed. London Academic Press. 1975.
- Tanner JM.  
*Foetus into Man.*  
London: Open Books Publ. LTD 1978.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR.  
*Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2-method).*  
2nd. Ed. London Academic Press. 1983.
- Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H and Cameron N.  
*Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3-method).*  
W.B. Saunders. London 2001.
- Taranger J, Bruning B, Claesson I, Karlberg P, Landström T, Lindström B.  
*A new method for assessment of skeletal maturity-The MAT-Method (mean appearance time of bone stage).*  
In: J. Taranger (Ed). The Somatic Development of Children en a Swedish Urban Community. Act Paediatr Scand 1976; (Suppl.): 109-120.
- Todd TW.  
*Atlas of skeletal maturation (Hand).*  
St. Louis , C.V. Mosby Co. 1937.
- Venrooij-Ysselmuiden ME and Ipenburg AV.  
*Mixed longitudinal data on skeletal age from a group of Dutch children living in Utrecht and surroundings.*  
Ann Hum Biol 1978; 5 (4): 359-380.
- Vincent M, Hugon J.  
*L'insuffisance ponderale du premature Africain au point de vue de la santé publique.*  
Org 1962; 26: 143-152.
- Wenzel A and Melsen B.  
*Skeletal maturity in 6-16 years-old Danish children assessed by Tanner-Whitehouse 2 Method.*  
An Hum Biol 1982; 9 (3): 277-281.
- Wenzel A, Droschl H and Melsen B.  
*Skeletal maturity in Austrian children assessed by GP and the TW2 methods.*  
Ann Hum Biol 1984; 11 (2): 173-177.
- Yi-Yan Ye, Chuang-Xing Wang and Li-Zhi Cao.  
*Skeletal maturity of the hand and wrist in Chinese Children in Changsha, assessed by TWII method.*  
Ann Hum Biol 1992; 19: 427-430.



Anexo

## Bases estadísticas para la creación del *Atlas*

### INTRODUCCIÓN

El crecimiento del ser humano implica una serie de cambios biológicos que se manifiestan de manera diferenciada a lo largo del ciclo vital del individuo, algunos de los cuales están limitados a ciertas épocas del crecimiento, cuando se revelan de manera más acentuada. La maduración ósea, como una expresión de este proceso, se manifiesta en el ámbito de la estructura ósea del ser humano como una serie de cambios secuenciales entre un estadio menos evolucionado a otro más avanzado, acorde con el grado de maduración.

Un proceso tan importante y complejo de la salud como éste precisa de herramientas para su diagnóstico y evolución, por lo que se planteó la necesidad de elaborar un *Atlas* que reflejara las características de la maduración esquelética del venezolano y que, a la vez, permitiera su diagnóstico, para facilitar el tratamiento individual a los profesionales de las ciencias médicas.

El objetivo general de este trabajo fue desarrollar una metodología estadística multivariante orientada a la generación de grupos homogéneos, en términos de variables de maduración y crecimiento biológico, que permita identificar a los individuos más representativos en términos de maduración esquelética para cada grupo de edad y sexo. Para lograr este propósito; el trabajo se planteó como objetivos específicos: I) generar grupos homogéneos en términos de crecimiento y maduración física para las edades comprendidas entre 2 y 18 años, que sirviera para la identificación de los sujetos más representativos en cuanto a maduración ósea; II) caracterizar los grupos de maduración más adecuados para la conformación del *Atlas*, que en términos de información biológica permita una descrip-

ción de la maduración ósea del venezolano desde una perspectiva multidimensional.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se sustentó fundamentalmente en la muestra procedente del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDH) (Méndez Castellano y col., 1996), complementada con la muestra del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (ELAMC) (López-Blanco y col., 1995), correspondientes al área de antropometría. Para el desarrollo de este trabajo se tomaron las variables e indicadores relacionados de manera directa con el crecimiento y el desarrollo, y en ese sentido la información sobre la maduración ósea fue complementada con otras medidas de maduración biológica, ya que los procesos de maduración y crecimiento del individuo son complejos y variados, lo cual hace difícil aprehender un fenómeno biológico como éste, sin tomar en cuenta otros aspectos ligados al crecimiento y el desarrollo.

Se escogieron los individuos del ENCDH y del ELAMC, a los cuales se les tomaron radiografías de muñeca y mano izquierda, clasificados como normales según la referencia nacional (entre el percentil 10 y el 90). En cuanto a las mediciones emparentadas con el crecimiento en edades comprendidas entre 2 meses y 19,5 años para el ENCDH y de 4 hasta 16 años para el ELAMC, los cuales representan 3.516 y 684 casos, distribuidos por edad y sexo para el ENCDH y ELAMC respectivamente. Este grupo de sujetos, definidos como normales, fue seleccionado en el caso del ENCDH de una muestra de 8.456 sujetos y 1.478 del ELAMC (*Cuadros 1 y 2*).

*Cuadro 1*  
*Distribución de la muestra*  
*por edad del ENCDH*

Rangos de Edad (años)	Sexo		
	Masculino	Femenino	Total
3 meses (0,008 – 0,374)	4	6	10
6 meses (0,375 – 0,624)	17	19	36
9 meses (0,625 – 0,874)	20	8	28
12 meses (0,875 – 1,124)	11	13	24
15 meses (1,125 – 1,374)	9	11	20
18 meses (1,375 – 1,624)	3	6	9
21 meses (1,625 – 1,874)	10	8	18
2,0 años (1,875 – 2,249)	9	14	23
2,5 años (2,250 – 2,749)	26	32	58
3,0 años (2,750 – 3,249)	32	32	64
3,5 años (3,250 – 3,749)	27	26	53
4,0 años (3,750 – 4,249)	35	35	70
4,5 años (4,250 – 4,749)	40	33	73
5,0 años (4,750 – 5,249)	37	50	87
5,5 años (5,250 – 5,749)	38	42	80
6,0 años (5,750 – 6,249)	53	50	103
6,5 años (6,250 – 6,749)	41	50	91
7,0 años (6,750 – 7,249)	54	42	96
7,5 años (7,250 – 7,749)	47	44	91
8,0 años (7,750 – 8,249)	40	43	83
8,5 años (8,250 – 8,749)	58	29	87
9,0 años (8,750 – 9,249)	34	47	81
9,5 años (9,250 – 9,749)	41	37	78
10,0 años (9,750 – 10,249)	43	63	106
10,5 años (10,250 – 10,749)	37	47	84
11,0 años (10,750 – 11,249)	60	51	111
11,5 años (11,250 – 11,749)	43	61	104
12,0 años (11,750 – 12,249)	54	62	116
12,5 años (12,250 – 12,749)	58	54	112
13,0 años (12,750 – 13,249)	55	57	112
13,5 años (13,250 – 13,749)	52	60	112
14,0 años (13,750 – 14,249)	72	69	141
14,5 años (14,250 – 14,749)	84	58	142
15,0 años (14,750 – 15,249)	65	62	127
15,5 años (15,250 – 15,749)	48	76	124
16,0 años (15,750 – 16,249)	72	68	140
16,5 años (16,250 – 16,749)	67	67	134
17,0 años (16,750 – 17,249)	65	84	149
17,5 años (17,250 – 17,749)	44	46	90
18,0 años (17,750 – 18,249)	40	42	82
18,5 años (18,250 – 18,749)	32	57	89
19,0 años (18,750 – 19,249)	18	36	54
19,5 años (19,250 – 19,749)	12	12	24
<b>Total</b>	<b>1.707</b>	<b>1.809</b>	<b>3.516</b>

Rangos de Edad (años)	Sexo		
	Masculino	Femenino	Total
4,0 años (3,750 – 4,249)	30	23	53
5,0 años (4,750 – 5,249)	28	22	50
6,0 años (5,750 – 6,249)	26	17	43
7,0 años (6,750 – 7,249)	18	11	29
8,0 años (7,750 – 8,249)	45	41	86
9,0 años (8,750 – 9,249)	38	35	73
10,0 años (9,750 – 10,249)	27	28	55
11,0 años (10,750 – 11,249)	22	17	39
12,0 años (11,750 – 12,249)	68	36	104
13,0 años (12,750 – 13,249)	52	17	69
14,0 años (13,750 – 14,249)	31	9	40
15,0 años (14,750 – 15,249)	15	9	24
16,0 años (15,750 – 16,249)	9	5	14
17,0 años (16,750 – 17,249)	3	1	4
18,0 años (17,750 – 18,249)	1	-	1
<b>Total</b>	<b>413</b>	<b>271</b>	<b>684</b>

Cuadro 2  
Distribución de la muestra  
por edad del ELAMC

Se realizaron varios ensayos con técnicas de análisis multivariante, fundamentalmente el Análisis de Componentes Principales (ACP), con el fin de ajustar la metodología de análisis y escoger la combinación de variables más apropiada a los propósitos del estudio, y que permitiera la identificación de los individuos más típicos por edad y sexo; en consecuencia, la estrategia más apropiada en términos del papel de las variables en el análisis se muestra a través de sus descriptores (Cuadro 3).

Se estudiaron mediante un ACP (Lebart y col., 1984) por cada grupo de edad y sexo las características más importantes en el proceso de maduración, con mayor énfasis en el desarrollo óseo, y seguidamente se conformaron grupos homogéneos en cuanto a maduración biológica mediante técnicas de Clasificación Automática (AC), a partir de coordenadas factoriales (Jambu y Lebeaux, 1983).

Los grupos así constituidos fueron analizados con el fin de determinar el más parecido al promedio en cuanto a maduración, identificándose en ellos a los individuos más próximos al centro de media del grupo, el cual representa al individuo promedio, catalogado como el «sujeto ideal». Los resultados de este análisis fueron evaluados por los investigadores

del área de Auxología, con el fin de validar desde el punto de vista cualitativo los resultados e incorporar en el análisis estadístico-matemático la visión del experto en crecimiento y maduración.

Los individuos más próximos al centro de gravedad del grupo promedio se denominan «individuos promedio» y reúnen las condiciones más adecuadas; así mismo representan a los más cercanos al «ideal de maduración» para la conformación del Atlas. Debido a las dificultades que podría presentar el estado físico de algunas radiografías, las cuales fueron tomadas con bastante anterioridad a la elaboración del Atlas, se constituyeron dos grupos de radiografías de reserva: un grupo conformado por sujetos que presentaban valores en todas sus variables entre los percentiles 3-10 y entre los percentiles 90-97; y uno conformado por los sujetos del ELAMC cuyos valores en las variables estaban entre los percentiles 10 y 90, seleccionados a partir del tratamiento multivariante.

Entre las radiografías de los sujetos promedio, las cuales eran candidatas a formar parte de los modelos del Atlas de Maduración Ósea del Venezolano, se buscaron las más próximas al centro de gravedad y se chequeó su estado y adecuación para formar parte del conjunto de

las que conformarían el *Atlas*. Las radiografías seleccionadas de acuerdo con su calidad, fueron ordenadas por edad mediante un procedimiento *ad hoc*. La lectura fue realizada, previa estandarización, por los mismos profesionales que participaron en el ENCDH, mediante el método Tanner-Whitehouse (Tanner y col., 1983).

De las radiografías seleccionadas como adecuadas desde el punto de vista técnico, se seleccionaron las que biológicamente seguían un patrón coherente en los distintos estadios de maduración para cada uno de los 20 huesos estudiados.

Además, se realizaron 72 y 28 análisis de Componentes Principales y de Clasificación Automática para el ENCDH y el ELAMC, respectivamente.

Con la finalidad de mostrar en detalle el planteamiento metodológico que sustenta esta propuesta, se toma como base solamente el grupo de los 7 años para el sexo masculino procedente del estudio ENCDH. Es de hacer notar que el comportamiento fue bastante similar para el resto de las edades en ambos sexos.

Con el grupo seleccionado se muestran en detalle los pasos metodológicos para la determinación de los individuos promedio y,

**Cuadro 3**  
**Descriptores de las variables**

Las siglas formadas por cuatro letras entre paréntesis presentadas después del descriptor de las variables, es la etiqueta corta que permite su referencia a lo largo de este texto.

<b>10 Variables suplementarias o ilustrativas (nominales) - 86 Modalidades asociadas</b>			
5	Graffar (Graf)	3	Modalidades
12	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos (P20H)	10	Modalidades
14	Percentiles de talla (Ptal)	10	Modalidades
16	Percentiles de peso (Ppes)	10	Modalidades
18	Percentiles de índice de masa corporal (PIMC)	10	Modalidades
20	Percentiles de índice de Kanawati Mac Laren (PIKN)	10	Modalidades
22	Percentiles de área muscular (PAM)	10	Modalidades
24	Percentiles de área grasa (PAG)	10	Modalidades
26	Genitales (varones) / Glándula mamaria (niñas) (GEN)	10	Modalidades
28	Edad menarquia (EDME)	3	Modalidades
<b>6 Variables principales o activas (cuantitativas)</b>			
9	Edad ósea TW2-20 Huesos (Ed20)		Continua
15	Talla (Tall)		Continua
17	Peso (Peso)		Continua
19	Índice de masa corporal (IMC)		Continua
23	Área muscular (AM)		Continua
25	Área grasa (AG)		Continua
<b>7 Variables suplementarias o ilustrativas (cuantitativas)</b>			
4	Edad decimal (Edec)		Continua
6	Edad ósea Atlas (Eatl)		Continua
7	Edad ósea Huesos Carpo (Ecar)		Continua
8	Edad ósea Huesos Largos (Elar)		Continua
10	Puntuación de Huesos Carpo (Pcar)		Continua
11	Puntuación de Huesos Largos (Plar)		Continua
12	Puntuación de edad ósea TW2-20 Huesos (P20h)		Continua

además, se desarrolla una caracterización para este grupo de edad con el fin de mostrar los rasgos más relevantes del crecimiento y el desarrollo.

### PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se parte de un Análisis de Componentes Principales para este grupo de 7 años, donde las variables principales (activas) y capten de manera directa la maduración y otras variables secundarias (ilustrativas) permitan complemen-

tar el análisis basado en las variables principales. El rol de cada variable en el análisis se muestra mediante sus descriptores (Cuadro 3).

La matriz de correlación muestra que todas las variables activas presentan una estructura de correlación positiva, lo que traerá como consecuencia, como se verá más adelante, que el primer factor ordena a los individuos en términos de todas las variables activas (Cuadro 4).

La variabilidad captada por los tres primeros factores supera 82% de la variabilidad total, lo que sugiere una buena explicación del fenómeno estudiado (Cuadro 5).

Masculino						
	Ed20	Tall	Peso	IMC	AM	AG
Ed20	1,00					
Tall	,40	1,00				
Peso	,43	,82	1,00			
IMC	,21	,07	,63	1,00		
AM	,04	,19	,43	,51	1,00	
AG	,31	,19	,37	,39	,25	1,00

Cuadro 4  
Matriz de correlaciones variables activas

Histograma de los 6 primeros valores propios				
Número	Valor propio	%	% acum.	
1	2,8225	47,04	17,04	*****
2	1,2287	20,48	67,52	*****
3	,8797	14,66	82,18	*****
4	,5834	9,72	91,90	*****
5	,4854	8,09	99,99	*****
6	,0004	,01	100,00	*

Cuadro 5  
Histograma de autovalores

### DESCRIPCIÓN DE LOS TRES PRIMEROS FACTORES

A continuación se describen los tres primeros factores que constituyen la base del espacio factorial para la construcción de los grupos de maduración para el sexo masculino.

#### FACTOR 1

##### •Variables continuas principales

La ubicación en proyección de las variables activas en el lado negativo del eje permite concluir que este factor ordena a todos los individuos en términos de sus valores, ubicándose los valores mayores y menores en los extremos

negativos y positivos respectivamente. Este comportamiento se explica debido a que las correlaciones de estas variables con el primer factor son negativas (Cuadro 6).

Al estudiar el comportamiento de la variable edad ósea TW2-20 Huesos (Ed20), se concluye que en este eje los individuos que presentan mayor «adelanto» se ubican en el extremo negativo y los de mayor «retardo» en el extremo positivo, quedando alrededor del origen los de maduración «intermedia».

##### •Variables continuas ilustrativas

Las variables ilustrativas se ubican de manera similar que las anteriores sobre el eje,

Cuadro 6  
Correlaciones de las  
variables con los factores

Variables	Coordenadas					Correlaciones variables Factor					Ejes unitarios				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>Variables activas</b>															
Ed20	-,56	,47	,44	,44	,27	-,56	,47	,44	,44	,27	-,33	,43	,47	,57	,39
Tall	-,69	,59	-,35	-,23	-,01	-,69	,59	-,35	-,23	-,01	-,41	,53	-,37	-,30	-,02
Peso	-,94	,15	-,24	,00	-,21	-,94	,15	-,24	,00	-,21	-,56	,13	-,26	,00	-,31
IMC	-,70	-,54	,07	,31	-,35	-,70	-,54	,07	,31	-,35	-,41	-,49	,08	,40	-,50
AM	-,58	-,56	-,33	-,02	,49	-,58	-,56	-,33	-,02	,49	-,34	-,50	-,36	-,02	,71
AG	-,58	-,18	,62	-,49	,02	-,58	-,18	,62	-,49	,02	-,35	-,16	,66	-,64	,03
<b>Variables ilustrativas</b>															
Edec	-,01	,14	-,10	-,03	-,23	-,01	,14	-,10	-,03	-,23					
Eatl	-,55	,53	,14	,16	,04	-,55	,53	,14	,16	,04					
Ecar	-,47	,41	,36	,43	,17	-,47	,41	,36	,43	,17					
Elar	-,47	,53	,20	,32	,26	-,47	,53	,20	,32	,26					
Pcar	-,53	,38	,36	,44	,14	-,53	,38	,36	,44	,14					
Plar	-,48	,46	,24	,27	,30	-,48	,46	,24	,27	,30					
P20h	-,57	,47	,37	,43	,22	-,57	,47	,37	,43	,22					

destacándose la variable que mide el puntaje de edad ósea TW2-20 Huesos (P20h), cuya correlación con el eje es la más alta (-0,57). Las correlaciones de estas variables ilustrativas, en su mayoría de maduración ósea, permiten afirmar que este factor está estrechamente asociado a ella (Cuadro 6).

#### •Variables nominales ilustrativas

La ubicación de las modalidades sobre el factor expresan el comportamiento promedio de las variables cuantitativas activas, sobre los sujetos que presentan las modalidades de estas

variables. Se considera un posicionamiento importante sobre el eje cuando los V-TEST sobre el factor son superiores en valor absoluto a 2 (Cuadro 7).

Las modalidades de las variables nominales suplementarias que están bien posicionadas sobre el factor están asociadas, en el lado positivo, a los percentiles inferiores (p10-25 y p25-50), y en el otro extremo los percentiles superiores (p50-75 y p75-90) (Cuadro 7). Lo que confirma lo enunciado en términos de las medidas cuantitativas.

ID.	V.TEST	Modalidad	Variable	Peso	Número
Ppe6	-4,96	p75-90 – Peso	Percentiles de peso	12,00	1
Pta6	-4,29	p75-90 – Talla	Percentiles de talla	13,00	2
P205	-4,16	p50-75 – 20 Huesos	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos	17,00	3
PIM6	-3,91	p75-90 – IMC	Percentiles de Índice de masa corporal	9,00	4
PAG6	-,34	p50-75 – AG	Percentiles de área grasa	23,00	5
PIM5	-2,27	p50-75 – IMC	Percentiles de Índice de masa corporal	21,00	6
Ppe5	-2,06	p50-75 – Peso	Percentiles de peso	17,00	7
<b>Zona central</b>					
PIM3	2,04	p10-25 – IMC	Percentiles de Índice de masa corporal	4,00	77
PAM3	2,17	p10-25 – AG	Percentiles de área grasa	5,00	78
Ppe3	2,63	p10-25 – Peso	Percentiles de peso	3,00	79
Pta4	2,69	p25-50 – Talla	Percentiles de talla	22,00	80
P204	2,78	p25-50 – 20 Huesos	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos	12,00	81
P203	3,37	p10-25 – 20 Huesos	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos	9,00	82
PAG4	3,86	p25-50 – AG	Percentiles de área grasa	19,00	83
PIM4	4,20	p25-50 – IMC	Percentiles de Índice de masa corporal	20,00	84
Ppe4	4,92	p25-50 – Peso	Percentiles de peso	22,00	85

Cuadro 7  
**Posicionamiento de las variables ilustrativas sobre el Factor 1**  
(edición sobre el Factor 1 de modalidades)

Los aspectos conclusivos de este factor se resumen en términos gráficos a continuación:



Figura 1  
**Identificación del Factor 1**

A manera de conclusión, este primer factor se puede etiquetar como un factor de ordenamiento general de crecimiento, desarrollo y maduración

**FACTOR 2****•Variables continuas principales**

Este factor separa las variables edad ósea TW2-20 Huesos (Ed20), talla y peso (lado positivo), de índice de masa corporal (IMC), área grasa (AG) y área muscular (AM). Esta separación expresa que a lo largo del factor se ubican en el lado positivo individuos con valores altos (por encima del promedio) en edad ósea TW2-20 Huesos, talla y peso, en contraposición a individuos con valores ligeramente altos (por encima del promedio) en índice de masa corporal, área grasa y área muscular (Cuadro 6).

Con relación a la variable Ed20, los individuos que presentan ligeros «adelantos» se ubican en el extremo positivo y los de ligero «retardo» en el negativo.

**•Variables continuas ilustrativas**

Las variables de maduración ósea se ubican del lado positivo del eje (Cuadro 6), indicando correlaciones positivas con el factor en consecuencia, este eje se correlaciona positivamente con la maduración ósea y está en sintonía con la variable edad ósea TW2-20 Huesos, que tiene correlación positiva con el factor, al igual que la variable edad.

**•Variables nominales ilustrativas**

Las modalidades bien posicionadas sobre el factor están asociadas del lado positivo a los percentiles superiores (p75-90) en edad ósea TW2-20 Huesos, (p50-75) y (p75-90) de la talla; y en el otro extremo los percentiles inferiores (p10-25), (p25-50) de talla, (p75-90) de área muscular y área grasa, lo que confirma lo mostrado en términos de las medidas cuantitativas (Cuadro 8).

Cuadro 8  
Posicionamiento  
de las variables ilustrativas  
sobre el Factor 2  
(edición sobre el Factor 2  
de modalidades)

ID.	V.TEST	Modalidad	Variable	Peso	Número
PAM6	-4,31	p75-90 – AM	Percentiles de área muscular	7,00	1
Ptt3	-3,83	p10-25 – Talla	Percentiles de talla	5,00	2
P203	-2,35	p10-25 – 20 Huesos	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos	9,00	3
Pta4	-2,10	p25-50 – Talla	Percentiles de talla	22,00	4
PIM6	-2,08	p75-90 – AG	Percentiles de área grasa	9,00	5
<b>Zona central</b>					
P206	2,21	p75-90 – 20 Huesos	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos	16,00	81
Pta5	2,31	p50-75 – Talla	Percentiles de talla	14,00	82
PAM3	2,41	p10-25 – AM	Percentiles de área muscular	5,00	83
Pta6	2,65	p75-90 – Talla	Percentiles de talla	13,00	84
PIM3	2,68	p10-25 – IMC	Percentiles de índice de masa corporal	4,00	85

Los aspectos conclusivos de este factor se resumen en términos gráficos a continuación:



A manera de conclusión, este factor mide la maduración ósea, mostrando que los sujetos que presentan adelantos tienen rasgos de corpulencia (peso y talla ligeramente altos).

**FACTOR 3****•Variables continuas principales**

Este factor separa las variables edad ósea TW2-20 Huesos (Ed20) y área grasa (AG) en el lado positivo, del peso, talla y área muscular (AM) en el lado negativo; esta separación expresa que a lo largo del factor se ubican en el lado positivo individuos con valores altos en edad ósea TW2-20 Huesos y área grasa, en contraposición a individuos con valores ligeramente altos en talla, peso y área muscular (Cuadro 6).

Con relación a la variable edad ósea TW2-20 Huesos, se nota que los individuos que presentan ligeros «adelantos» se ubican en el extremo positivo y los de ligero «retardo» en el extremo negativo.

**•Variables continuas ilustrativas**

Las variables de maduración ósea se ubican del

lado positivo del eje (Cuadro 6), indicando que este eje capta elementos de maduración ósea en oposición a la edad. Esto podría interpretarse como que hay sujetos cuya edad ósea presenta «adelantos» con respecto a la edad cronológica. Las variables de maduración ósea están en sintonía con la variable edad ósea TW2-20 Huesos, que tiene correlación positiva con el factor.

**•Variables nominales ilustrativas**

Las modalidades bien posicionadas sobre el factor están asociadas del lado positivo a los percentiles superiores (p75-90) en edad ósea TW2-20 Huesos, mientras que al otro extremo se ubican los percentiles inferiores (p10-25) y (p25-50) de área muscular y área grasa, y el (p10-25) de talla, lo que confirma lo mostrado en términos de las medidas cuantitativas (Cuadro 9).

ID.	V.TEST	Modalidad	Variable	Peso	Número
Pta6	-3,07	p75-90 – Talla	Percentiles de talla	13,00	1
PAM5	-2,09	p50-75 – AM	Percentiles de área muscular	28,00	2
<b>Zona central</b>					
PAM4	2,33	p25-50 – AM	Percentiles de área muscular	13,00	83
P206	2,92	p75-90 – 20 Huesos	Percentiles de edad ósea TW2-20 Huesos	16,00	84
PAG6	3,99	p75-90 – AG	Percentiles de área grasa	5,00	85

Cuadro 9  
*Posicionamiento de las variables ilustrativas sobre el Factor 3 (edición sobre el Factor 3 de modalidades)*

Los aspectos conclusivos de este factor se resumen en términos gráficos a continuación:



Figura 3  
*Identificación del Factor 3*

Este factor posiciona en el lado negativo del eje valores por encima del promedio en maduración ósea y área grasa, en oposición a peso y talla, con valores por encima de sus promedios.

**DESCRIPCIÓN DE LOS PLANOS FACTORIALES**

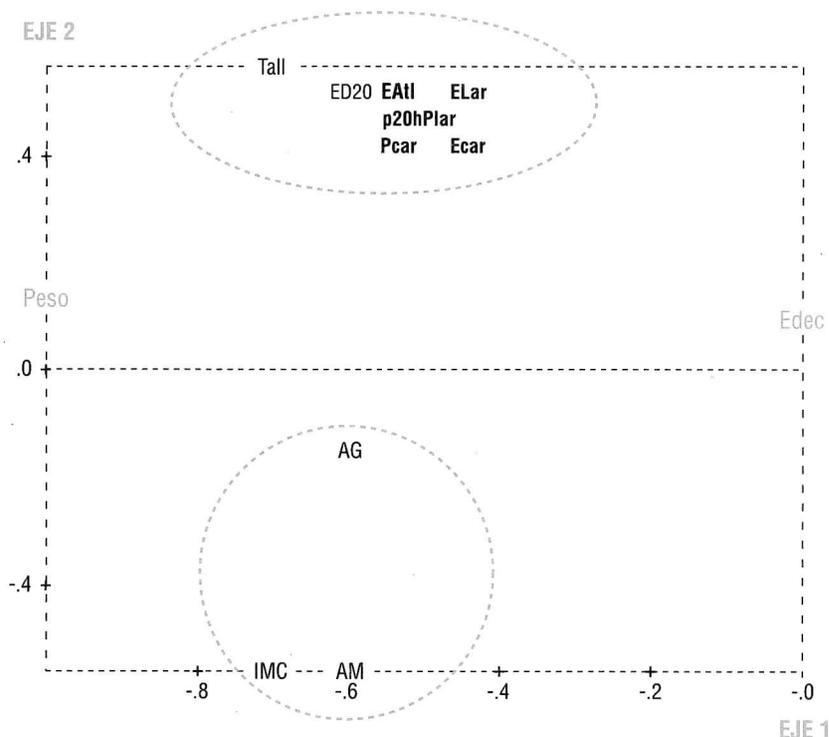
**Plano Factorial 1-2**

De acuerdo con lo descrito en párrafos anteriores para los factores, se tienen en el plano dos regiones que sugieren un grupo de individuos que presentan «adelantos» en maduración ósea, talla alta y peso ligeramente grande (por encima del promedio), que se ubican en la zona superior del plano; mientras que en la región inferior se ubican individuos que presentan «re-

tardos» en maduración y con valores altos en índice de masa corporal y área muscular, y ligeramente altos en área grasa.

En ambos grupos el Factor 1 introduce una tendencia a ubicar los valores altos en todas las variables a la izquierda y los bajos a la derecha. Las variables ilustrativas, en su mayoría de maduración ósea, se presentan muy próximas a la variable principal, edad ósea TW2-20 Huesos, lo que permite afirmar que en promedio son muy parecidas (Figura 4).

Figura 4  
Representación de variables activas e ilustrativas (Plano Factorial 1-2)



**Plano Factorial 1-3**

En la región superior del plano hay un grupo de variables que sugieren un grupo de individuos adelantados en maduración ósea, con al-

tos valores de área grasa, en oposición a un grupo de individuos con valores ligeramente altos en las variables peso, talla y área muscular y algún «retardo» en desarrollo óseo.

En este plano, el Factor 1 introduce una tendencia a ubicar los valores altos en todas las variables a la izquierda y los bajos a la derecha. Las variables ilustrativas, en su mayoría de maduración ósea, se presentan muy próximas a

la variable principal, edad ósea TW2-20 Huesos, como en el caso del Plano Factorial 1-2, lo que permite afirmar que en promedio son muy parecidas (Figura 5).

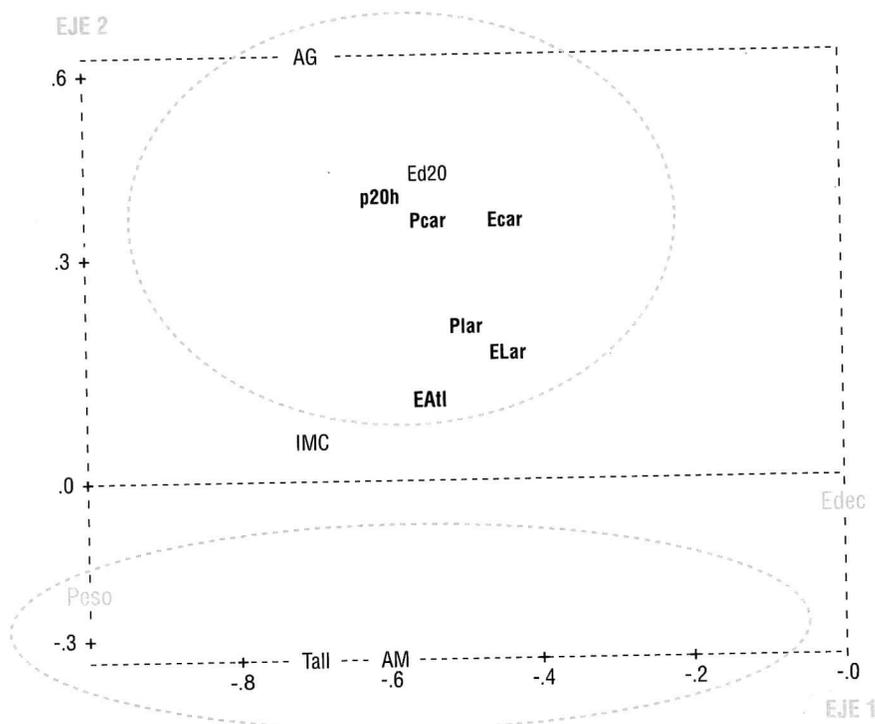


Figura 5  
Representación de variables  
activas e ilustrativas  
(Plano Factorial 1-3)

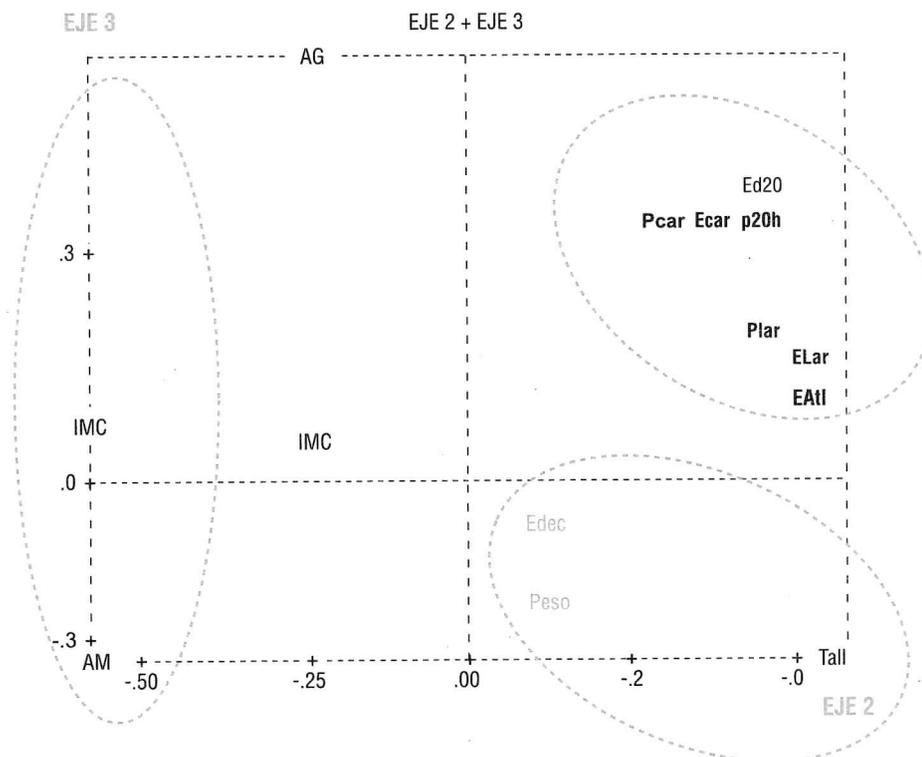
### Plano Factorial 2-3

Se excluye de este plano el efecto del eje 1 (ordenador del crecimiento, desarrollo y maduración), lo que permite captar aspectos del fenómeno no influenciados por este «efecto talla» del primer factor; en consecuencia, se tiene sobre el primer cuadrante un grupo de individuos con valores altos en edad ósea TW2-20 Huesos y área grasa; y con comportamientos promedio similares a todas las variables ilustrativas de maduración. Este grupo podría identificarse como los «adelantados» en cuanto a maduración ósea. En el extremo izquierdo del

eje se ubican individuos con altos valores en el índice de masa corporal y área muscular y bajos valores de maduración ósea y edad.

Se identifican como «retardados» en cuanto a maduración ósea debido a su marcada oposición en todas las variables que miden este aspecto. Por otra parte, en el cuarto cuadrante se ubican sujetos con ligeros «adelantos» en cuanto a maduración ósea, con la particularidad de que presentan las mayores edades y el mayor peso. Se podría considerar a este grupo como los «maduradores promedio» (Figura 6. Ver página siguiente).

Figura 6  
Representación de variables  
activas e ilustrativas  
(Plano Factorial 2-3)



### CONFORMACIÓN DE LOS GRUPOS DE MADURACIÓN ÓSEA

Con los factores individuales y las diversas combinaciones de planos factoriales se tiene una visión parcial del fenómeno estudiado, las cuales representan dimensiones sintéticas de las variables más importantes; ello plantea el problema de tener una visión completa e integral de la maduración, para lo cual se deben integrar todas las dimensiones, expresadas en factores, que definen la maduración.

Las técnicas factoriales permiten la creación de espacios de factores donde se posicionan los individuos de acuerdo con sus características más importantes; la proximidad de los individuos es debida a que presentan rasgos parecidos. La clasificación automática a partir de coordenadas factoriales (Cluster Análisis) permite la conformación de grupos homogéneos en términos de la variabilidad de los indicadores, lo que permite su posterior descripción y caracterización.

Los grupos se crean mediante aglomeraciones sucesivas de individuos, partiendo de

una clasificación en la que cada individuo forma un grupo (nivel 0); a partir de ella se buscan los dos individuos que están más próximos y con ellos se forma un grupo, con lo cual se tiene una clasificación con un grupo menor (nivel 1); realizando este paso sucesivamente, se van agregando grupos de dos en dos hasta crear un grupo con todos los individuos (nivel n). El proceso de agregaciones sucesivas permite la construcción de un árbol jerárquico que refleja el proceso de agregación, con la característica que el nivel 0 indica una diferencia nula entre los individuos (máxima homogeneidad, máxima especificidad), y a medida que se va subiendo en la jerarquía plasmada en el árbol la homogeneidad va disminuyendo, con aumento de la heterogeneidad, con lo cual se va ganando generalidad hasta llegar al nivel n, donde se logra la máxima generalidad, vale decir, especificidad nula (Figura 7).

La creación de los grupos es controlada por el analista, quien decide a qué nivel establece el corte para el árbol jerárquico: si el nivel es muy alto tendría grupos con alta generalidad (mucha variabilidad interna entre ellos);

cuando el nivel es más bajo tendrá mucha especificidad (baja variabilidad interna). Es evidente que el árbol debe cortarse a un nivel

donde los grupos generados se ajusten a los objetivos de la investigación.

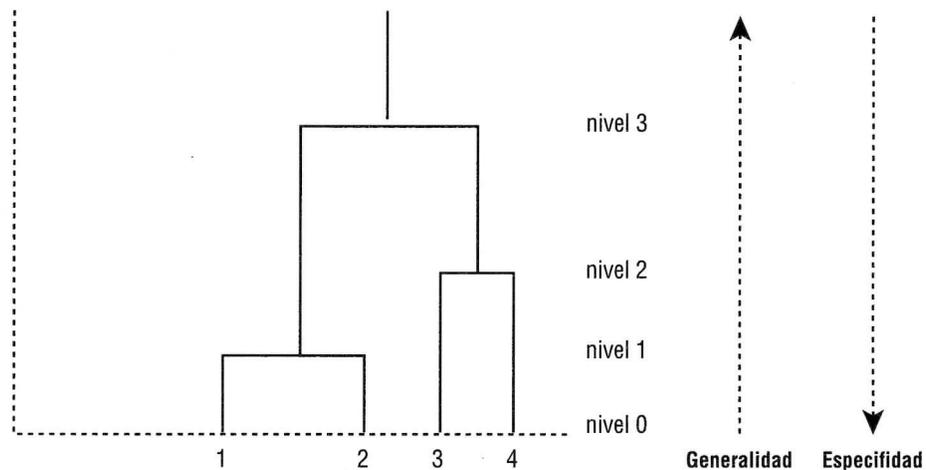


Figura 7  
Árbol de agregación  
jerárquica

### GRUPOS DE MADURACIÓN ÓSEA (SUJETOS REPRESENTATIVOS)

En el contexto del desarrollo óseo se crea un espacio en términos de factores determinados por las variables de maduración. En este espacio se ubicarán los individuos y de acuerdo con sus proximidades se crearán grupos que tendrán

características homogéneas; las variables ilustrativas complementarán la interpretación de los grupos. Se determinarán los individuos más próximos al centro de gravedad de cada clase (individuos promedio), y con su identificación se ubicarán las radiografías del sujeto correspondiente (Figura 8).

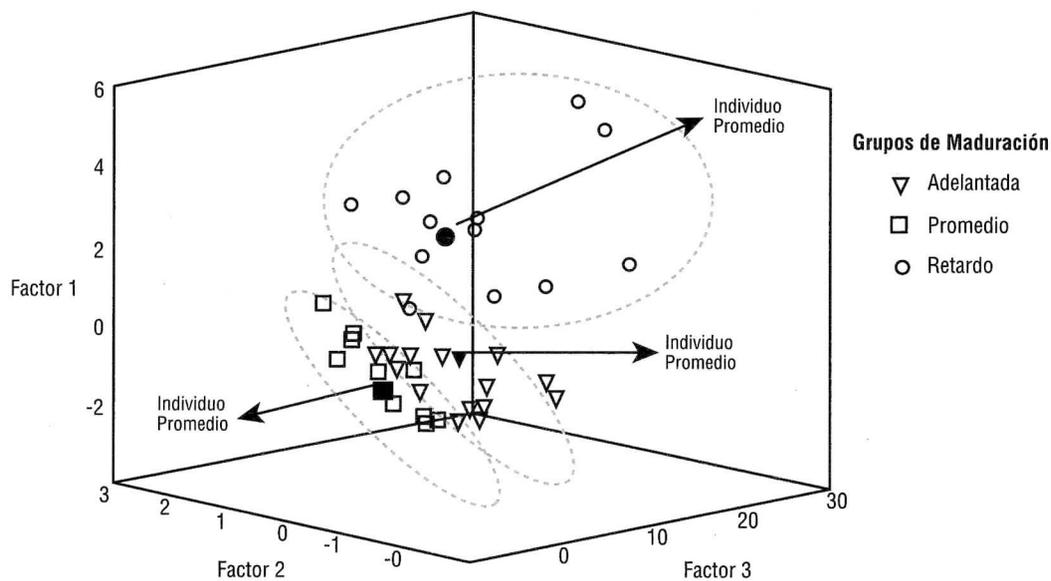


Figura 8  
Grupos de maduración ósea

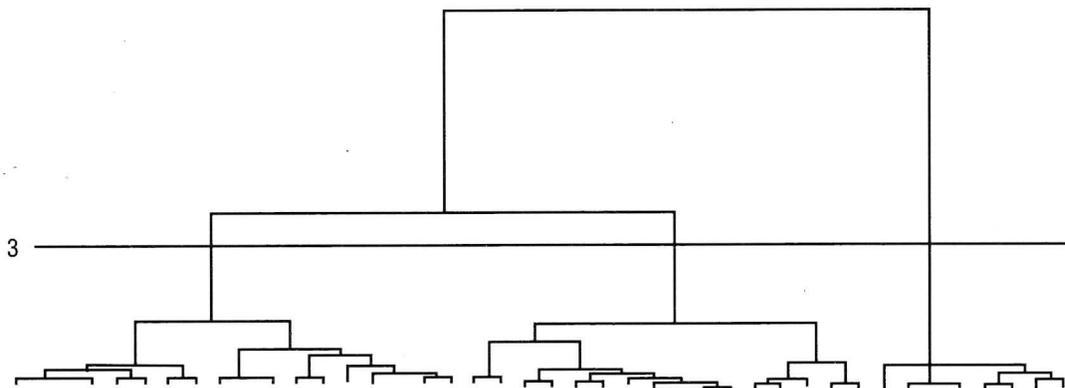
**CONSTRUCCIÓN DE LOS GRUPOS DE MADURACIÓN**

En el contexto del desarrollo óseo se construirá el espacio en términos de los factores determinados por las variables principales (maduración ósea); las variables ilustrativas complementarán la interpretación de los grupos.

El árbol jerárquico mostrado en la *Figura 9* sugiere la conformación de tres grupos, cuya composición está allí claramente definida.

Al cortar el árbol al nivel de generalidad mostrado por la línea se producen tres grupos homogéneos, cuya composición se muestra en el *Cuadro 10*.

*Figura 9*  
**Grupos homogéneos en niños de 7 años**  
(clasificación jerárquica directa)



*Cuadro 10*  
**Grupos homogéneos en niños de 7 años**

Clase	Efectivo	Peso	Contenido
aa1a	22	22,00	1 a 22
aa2a	5	5,00	23 a 27
aa3a	27	27,00	28 a 54

Lo que se conoce con esta estructura de grupos independientes es que los individuos son muy parecidos dentro de cada grupo (baja variabilidad interna), y altamente diferentes cuando pertenecen a grupos distintos (alta variabilidad entre grupos); aún falta por determinar cuáles son las variables que determinan las separaciones entre individuos y los elementos que caracterizan a cada uno de ellos.

**DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS DE MADURACIÓN**

Los aspectos descriptivos de cada clase permitirán, en primera instancia, la identificación en términos de evolución de la maduración ósea,

así como la determinación de los elementos más relevantes que señalan dicha evolución.

El perfil de los grupos homogéneos en términos de las variables principales muestra que en promedio la variable marcadora en maduración ósea (edad ósea TW2-20 Huesos), establece un gradiente donde las clases 1, 3 y 2 son respectivamente: retardo, promedio y adelanto. En la clase «promedio» se tienen los mayores valores en talla, peso, índice de masa corporal, área muscular y área grasa; mientras que en la clase «retardada» se presentan los menores valores en todas las variables principales; la clase «adelantada» presenta valores intermedios en todas las variables principales, a excepción de la variable marcadora (*Cuadro 11*).

Grupos de maduración	Edad Ósea TW2-20 Huesos	Talla	Peso	Índice de masa corporal	Área muscular	Área grasa
Clase 1	5,955	116,545	20,377	15,007	1799,650	531,609
Clase 2	7,800	120,700	20,970	14,396	1629,440	646,360
Clase 3	7,000	122,348	23,696	15,839	1862,233	597,578

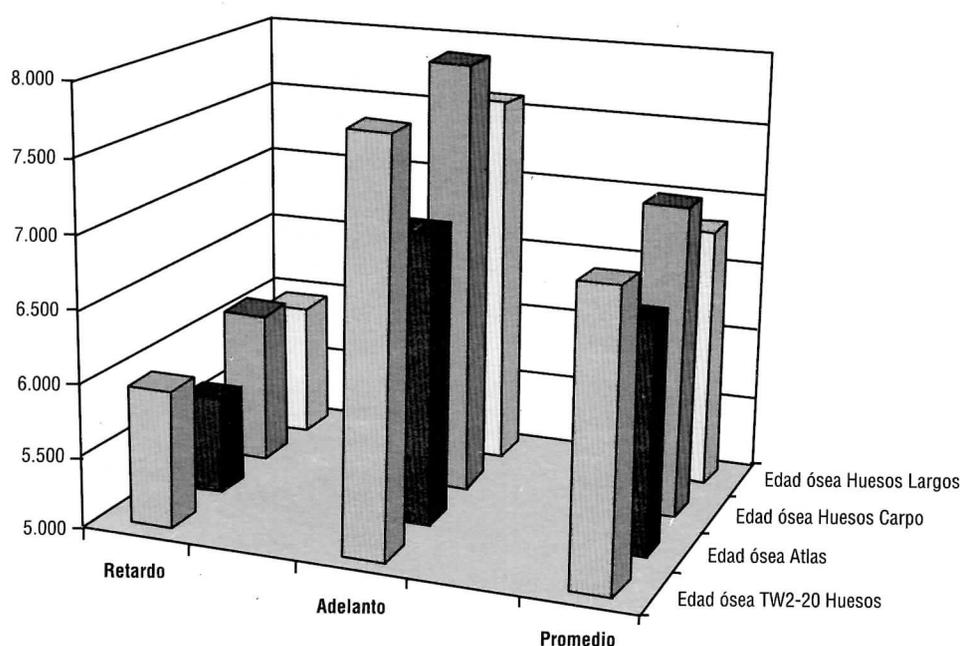
*Cuadro 11*  
*Promedios de las variables principales según grupos de maduración*

En términos de las variables suplementarias por grupo de maduración, se observa el mismo gradiente percibido en las variables principales, destacando por su comportamiento bastante parecido la edad ósea TW2-20 Huesos, edad ósea Huesos Largos y edad ósea Huesos Carpo (*Cuadro 12*).

Grupos de maduración	Edad decimal	Edad ósea Atlas	Edad ósea Huesos Carpo	Edad ósea Huesos Largos	Puntuación Huesos Carpo	Puntuación Huesos Largos	Puntuación TW2-20 Huesos
Clase 1	6,995	5,636	6,091	5,955	360,909	187,864	187,864
Clase 2	7,006	7,000	8,000	7,600	520,000	234,600	234,600
Clase 3	7,014	6,593	7,148	6,815	459,963	212,778	212,778

*Cuadro 12*  
*Promedios de las variables suplementarias según grupos de maduración*

Una idea gráfica de los grupos de maduración en términos de variables de maduración ósea se muestra en la *Figura 10*.



*Figura 10*  
*Desarrollo óseo*

### IDENTIFICACIÓN DE LOS MADURADORES PROMEDIO

Con la identificación de las clases de maduradores se procede a determinar los individuos

más característicos de cada grupo, de acuerdo con la proximidad al centro de gravedad; este centro de gravedad representa al individuo promedio de cada grupo (*Cuadro 13*).

*Cuadro 13*  
*Individuos más próximos*  
*al centro de gravedad*  
*de cada clase*

Clase 1 / 3 – Efectivo 22 – Maduración ósea retardada								
RG.	Distancia	Ident.	RG.	Distancia	Ident.	RG.	Distancia	Ident.
1	,3638	2343	2	,9394	1249	3	,9505	619
4	1,3689	1039	5	1,3837	3409	6	1,4106	3277
7	1,7079	1850	8	1,7589	2857	9	1,7746	1047
10	1,9061	2785	11	2,0769	2771	12	2,1206	1331
13	2,8522	2102	14	2,9297	2773	15	3,0932	560
16	3,6677	3280	17	3,7458	2157	18	3,8564	2292
19	4,9390	3703	20	6,2448	2030	21	7,5513	344
22	8,5678	1166	23					
Clase 2 / 3 – Efectivo 5 – Maduración ósea adelantada								
RG.	Distancia	Ident.	RG.	Distancia	Ident.	RG.	Distancia	Ident.
1	,4814	1208	2	,5299	3125	3	2,1109	1980
4	2,6767	2113	5	3,4377	1511			
Clase 3 / 3 – Efectivo 27 – Maduración ósea promedio								
RG.	Distancia	Ident.	RG.	Distancia	Ident.	RG.	Distancia	Ident.
1	,9177	2101	2	,9837	2692	3	,9837	2692
4	,9837	2692	5	,9837	2692	6	,9837	2692
7	,9837	2692	8	,9837	2692	9	,9837	2692
10	2,0477	361	11	2,1471	2758	12	2,1594	2742
13	2,6588	3070	14	2,8645	1236	15	3,2338	898
16	3,3036	3116	17	4,3484	2331	18	4,8588	2040
19	5,0471	1207	20	5,0868	3306	21	5,3588	1034
22	5,7343	2333	23	6,9452	2779	24	7,4613	1038
25	8,2523	2345	26	9,0292	1209	27	10,5920	1543

La columna distinguida con el nombre «Ident» permite la ubicación de las radiografías. Este tratamiento fue realizado para cada uno de los grupos de edad y sexo del ENCDH y el ELAMC. Se identificaron las radiografías de los individuos más representativos como maduradores promedio por grupos de edad y sexo.

Con las radiografías más cercanas al centro de gravedad de los grupos de maduradores promedio, se fue creando la dinámica del desarrollo óseo hasta obtener todas las radiografías que conforman la base del presente *Atlas de Maduración Ósea del Venezolano*.

## COMENTARIOS FINALES

La metodología estadística presentada en las páginas anteriores permitió el manejo de una gran cantidad de información sobre el crecimiento y maduración de una población sana y con rasgos de normalidad, de manera objetiva y rigurosa; por otra parte, contó con el apoyo

de expertos en el área del crecimiento, con los cuales se discutieron todos los aspectos de análisis e interpretación de un proceso de tanta complejidad como es el crecimiento y maduración del ser humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ferrán A.  
*SPSS para Windows, programación y análisis estadístico.*  
McGraw Hill, 1996.
- Greulich WW and Pyle S.  
*Radiographic Atlas by Skeletal Development of the Hand and Wrist.*  
2da. Ed. Stanford University Press. Stanford Ca. 1959.
- Jambu M and Lebaux M.  
*Cluster analysis and data analysis.*  
North-Holland Publishing Company, Amsterdam-New York-Oxford. 1983.
- Lebart L, Morineau A, Kenneth M Warwick.  
*Multivariate descriptive statistical analysis and related technique for large matrices.*  
Wiley & Sons, 1984.
- López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Bosch V, Cevallos JL, Angulo-Rodríguez N, Fossi M, Mijares A, Méndez-Mijares M.  
*Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas.*  
Informe final a CONICIT (Mimeo). Caracas, 1995.
- Méndez Castellano H y col.  
*Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela (ENCDDH)*  
Caracas. Escuela Técnica Popular «Don Bosco» 1996.
- Spad N.  
*Integrado-Version PC. Centre International d' Statistique et d' Informatique Appliqués.*  
1 Avenue Herbilon. 94160 Saint-Mandé (France). Cisia, 1994.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR.  
*Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2-method).*  
2nd. London, Academic Press, 1983.

## Autores

Carlos Noguera C. <sup>(1, 2)</sup>  
Karina García <sup>(1)</sup>  
Edén Cardozo <sup>(1)</sup>  
Jenny Mendoza <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> FUNDACREDESA.

<sup>(2)</sup> UCV.



## Glosario de términos

- **ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:** Es una técnica de análisis multivariante basado en variables cuantitativas, cuyo objeto es construir factores que son combinaciones lineales de las variables. La característica fundamental de estos factores es que reproduce la estructura de la correlación entre las variables. Los factores resultantes permiten la ubicación de las variables en planos factoriales con los cuales es posible observar gráficamente patrones y estructura de relación entre las variables.
- **CENTRO DE GRAVEDAD/INDIVIDUO PROMEDIO:** Es el individuo más representativo de un grupo a los cuales se les mide un conjunto de variables; entendiéndose esto como un individuo cuyos valores en todas sus variables son iguales al promedio.
- **CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA:** Es una técnica de análisis multivariante que permite la construcción de grupos altamente homogéneos y bastante diferenciados entre ellos, a partir de sus proximidades, estos individuos son ubicados en el espacio de factores construidos previamente a partir de técnicas factoriales.
- **EDAD CRONOLÓGICA (EC):** Tiempo transcurrido desde el momento del nacimiento hasta la fecha de la evaluación, que se expresa en años calendario.
- **EDAD DECIMAL:** Número de días transcurridos desde el momento del nacimiento hasta la fecha de la evaluación, que se expresa en milésimas de año.
- **EDAD ÓSEA (EDO):** Indicador biológico que refleja el grado de maduración ósea que ha alcanzado un niño o joven a una edad determinada.
- **EPÍFISIS:** Núcleos o centros de osificación.
- **ESTADIO:** Indicador de madurez biológica que refleja los cambios típicos, morfológicos y secuenciales que ocurren en las epífisis de los huesos largos y en los huesos del carpo, desde el inicio de la etapa postnatal hasta que adquieren su forma y función de adultos.
- **ESTADIO ADULTO:** Fusión completa de la epífisis con su metáfisis.
- **FUSIÓN:** se refiere a la sustitución del cartílago de crecimiento que se ve como bandas oscuras, por la presencia de trabéculas óseas.
- **DIÁFISIS:** Cuerpo del hueso largo.
- **METÁFISIS:** Extremidad de los huesos largos.
- **PLANO FACTORIAL:** Es una representación gráfica cartesiana donde se ubican las variables, que permite tener una región gráfica de las relaciones.
- **PERCENTILES DE MADURACIÓN:** Son métodos de clasificación o ranqueo de la maduración ósea de un individuo, en relación con otros miembros de una muestra o grupo de población. Ejemplo: un niño con una maduración ubicado en el percentil 90 indica que su maduración es mayor que la de 90% de los niños en su mismo grupo de edad.
- **PUNTUACIÓN DE EDAD ÓSEA:** Sumatoria de los valores numéricos correspondientes a cada indicador de maduración.
- **REBASA (CORONA):** Cuando los bordes proximal o distal de una epífisis se adapta al extremo de su metáfisis.
- **RUS:** Siglas en inglés de los huesos: radius (radio), ulna (cúbito) y short (metacarpianos y falanges).
- **TALLA ADULTA PREDICHA:** Es la estimación de valores de talla, mediante la utilización de coeficientes numéricos relacionados con la talla actual y la maduración ósea, a partir de ciertas edades en el niño o joven en estudio.
- **V-TEST:** Se define como un valor que permite establecer si la ubicación de un individuo cualquiera de un grupo, se aleja significativamente del centro de gravedad.

- *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Estudio Piloto Carabobo.* FUNDACREDESA-Corpozulia, 1981.
- *La situación alimentaria y la pobreza. Su impacto en la nutrición de la familia y el niño en Venezuela.* Hernán Méndez Castellano y colaboradores, 1982.
- *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Estado Zulia.* FUNDACREDESA, 1985.
- *Aproximación a la salud de la Venezuela del siglo XXI.* Cuadernos Lagoven. Serie siglo XXI. Hernán Méndez Castellano, 1985.
- *Recreación: la investigación de juegos y juguetes del Proyecto Venezuela* María Cristina de Méndez y Belkis Mejías de Rahamut, 1987.
- *Acerca de la familia venezolana. Proyecto Venezuela.* María Cristina de Méndez y Belkis Mejías de Rahamut, 1988.
- *El proceso educativo venezolano. Visión del Proyecto Venezuela.* María Cristina de Méndez, Hernán Méndez Castellano y Belkis Mejías de Rahamut, 1989.
- *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Región Centro Occidental.* FUNDACREDESA, 1990.
- *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Región Nor-Oriental. Volumen I y II.* FUNDACREDESA, 1990.
- *Tendencias del consumo alimenticio en el Área Metropolitana de Caracas y en los Estados Falcón y Trujillo.* FUNDACREDESA, 1990.
- *La familia y el niño en Iberoamérica y el Caribe.* FUNDACREDESA, 1990.
- *Perfiles sociales, culturales y económicos del venezolano.* María Cristina de Méndez, 1990.
- *FUNDACREDESA 15 años investigando para el mejor conocimiento de Venezuela.* FUNDACREDESA, 1991.
- *Sociedad y estratificación Método Graffar-Méndez Castellano.* Hernán Méndez Castellano y María Cristina de Méndez, 1994.
- *Tabla: peso, talla, circunferencia cefálica y circunferencia de brazo en venezolanos.* FUNDACREDESA, 1995.
- *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Tomo I, II y III.* Hernán Méndez Castellano y colaboradores. FUNDACREDESA, 1996.
- *Aproximación al conocimiento del niño pre-escolar en Venezuela utilizando modelos integrados de comprensión.* Hernán Méndez Castellano, 1998.