

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA HABANA**

**Facultad de Estomatología “Raúl González Sánchez”**

**Departamento de Ortodoncia**



**Evaluación de distintos métodos para determinar el  
potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia.**

**Propuesta de método simplificado.**

**Tesis presentada en opción al grado científico de  
Doctora en Ciencias Estomatológicas**

**Dra. Gladia Toledo Mayarí**

**La Habana**

**2008**

**“Año 50 de la Revolución”**

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA HABANA**

**Facultad de Estomatología “Raúl González Sánchez”**

**Departamento de Ortodoncia**



**Evaluación de distintos métodos para determinar el potencial de crecimiento en  
pacientes de Ortodoncia. Propuesta de método simplificado.**

**Tesis presentada en opción al grado científico de  
Doctora en Ciencias Estomatológicas**

**Autora: Dra. Gladia Toledo Mayarí  
Máster en Salud Bucal Comunitaria  
Esp. de II Grado en Ortodoncia  
Profesora Asistente**

**Tutor: Dr.C. Rigoberto Otaño Lugo  
Esp. de II Grado en Ortodoncia  
Profesor Titular y Consultante de Ortodoncia  
Profesor de Mérito**

**Asesores: Dr. Antonio Berdasco Gómez  
Esp. de II Grado en Pediatría  
Investigador Titular  
MsC. Ciro González Fernández  
Máster en Bioestadística  
MsC. Esteban Egaña Morales  
Máster en Informática  
Profesor Auxiliar  
Lic. Rosa Maria Paez Castillo  
Prof. Asistente**

**La Habana**

**2008**

**“Año 50 de La Revolución”**

*"... el futuro de Cuba tiene que ser necesariamente, un futuro de hombres de Ciencia, un futuro de hombres de pensamiento."*

*Fidel Castro Ruz*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a todas las personas e instituciones que me han ayudado desde el inicio de esta investigación y que con amor y dedicación han contribuido a mi formación y a la culminación de esta Tesis y en especial a:

- Dr.C. Rigoberto Otaño Lugo, quien confió en mí para la realización de este proyecto y me guió en todo momento dentro del largo camino de la investigación.
- Dr. Antonio Berdasco Gómez, por brindarme sus conocimientos, experiencias y darme la oportunidad de ser uno de mis asesores.
- MsC. Ciro González Fernández por su trabajo en la selección del diseño muestral y la estrategia general de este estudio.
- MsC. Esteban Egaña Morales y Lic. Rosa Maria Paez Castillo por su ayuda en el procesamiento estadístico.
- Dr. C. Alberto Juan Dorta Contreras quien me brindo sus conocimientos para la elaboración del proyecto CITMA.
- Dra. C. Maria del Carmen del Valle Portilla y las Profesoras Gloria Marín Manso y Rebeca Fernández Ysla por sus recomendaciones aportadas durante la confección del proyecto CITMA.
- Dr. C. Eduardo Llanes Llanes por sus consejos con relación a los aspectos éticos de esta investigación.
- MsC. Navidad Alfonso Betancourt por sus sabios consejos aportados durante todo el transcurso de esta investigación.
- Dr. Cs. Félix Companioni Landín por sus oportunas recomendaciones.

- Dra. Gladis Otaño Laffite por su ayuda en la realización de las fotografías.
- Residentes y especialistas en Ortodoncia, miembros del proyecto CITMA, quienes tuvieron la tarea de recoger la información.
- Profesores Víctor Valencia Fernández, Zayda Cabaleiro Pelayo y Sonia Felipe Torres por transmitirme sus valiosos conocimientos dentro del campo de la Radiología Odontológica.
- Técnicos de Radiología Liliana Tamayo y Armando García Paneca, que tuvieron la responsabilidad de realizar las radiografías dentro de esta investigación.
- Dra. C. Bárbara García Triana, Dra. C. Brismaida García González, Dra. C. Leticia Lemus, Dra. C. Maria Elena Gutiérrez Hernández y Dr. C. Rolando Sáez Carriera por sus consejos sobre la confección de la Tesis.
- Dr. C. Raúl Padrón Chacón y Dr. Gerardo Ortega Valdés por sus valiosas recomendaciones.
- Dra. C. Zaida Teresita Ilizastigui, Dr. C. Luis A. Soto Cantero y MsC. Sol Angel Rosales Reyes, quienes se mantuvieron constantemente al tanto de este proyecto.
- MsC. Mirtha Herrera Nordet por su constante apoyo en el aseguramiento material de este proyecto.
- Compañeras Orieta, Patria Rosa, Reglita y Lázara, excelentes bibliotecarias, por la ayuda brindada en la acotación de las referencias bibliográficas.
- Compañeros del Departamento de Informática Médica del ICBP “Victoria de Girón”, por la ayuda brindada durante la confección de la Tesis.
- Compañeros de la Biblioteca del PPU. “Carlos M. Portuondo Lambert”, de Marianao, por su paciencia.

- Dra. C. Estela Gispert Abreu por su ayuda y sus sabias recomendaciones.
- Dr. Luis Bécquer por su ayuda incondicional.
- Dr. Ramón Gómez Ávila y a todos mis compañeros de trabajo del Departamento de Ortodoncia por todo el apoyo brindado en la realización de este estudio.
- Los pacientes que participaron en esta investigación y a sus padres por la confianza depositada en nosotros.
- Mis familiares, mis amigos, y a todos los que de una forma u otra han contribuido a la realización de este sueño.

Muchas Gracias.

## **DEDICATORIA**

A mi madre quien me ha guiado siempre por el camino correcto.

A mi abuela Mimi por consagrar su vida a mi vida.

A la memoria de mi tío Rao por todo su cariño.

A mi tutor Dr.C. Rigoberto Otaño Lugo quien constituye un ejemplo de lo que debe ser un estomatólogo revolucionario, un educador incansable y un investigador integral.

A la Revolución y en especial a nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz que no han escatimado recursos por hacer de cada joven un pedestal de la Ciencia Cubana.

A los pacientes que participaron en esta investigación.

A todos mis seres queridos.

## SINTESIS

Se realizó una Investigación de Desarrollo Tecnológico, de corte Transversal, con el objetivo de seleccionar los métodos más idóneos para determinar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia, en una muestra de 150 pacientes entre 8 y 16 años, que ingresaron en la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Estomatología de la Habana, entre los años 2004 y 2006. A cada paciente se le realizó una radiografía de la mano izquierda, una telerradiografía lateral de cráneo y una radiografía Panorámica o periapicales de la hemiarcada mandibular izquierda; y por primera vez en Cuba se estudiaron en la misma muestra, cinco métodos de evaluación del potencial de crecimiento (Método TW2, Demirjian y colaboradores, Grave y Brown, Hassel y Farman y determinación de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo). Una vez determinados éstos, se calcularon la correlación y la concordancia entre los mismos, encontrándose altos coeficientes de correlación y de concordancia. Concluyéndose que la evaluación del potencial de crecimiento que presentan los pacientes de Ortodoncia puede ser efectuada mediante la realización de una telerradiografía lateral de cráneo donde se visualicen las vértebras cervicales, radiografías periapicales del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos o una radiografía de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda. La sustitución de la radiografía de la mano izquierda, permite la realización de las radiografías en el propio servicio de Estomatología, con los beneficios que ello reporta en cuanto a mejor atención del paciente y ahorro de recursos.



INDICE	“Pág.”
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del Problema de Investigación	8
Hipótesis	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
 CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	 10
1.1 Conceptos de Crecimiento, Desarrollo y Maduración.	11
1.2 Variables que afectan el Crecimiento Físico.	13
1.3 Velocidad de crecimiento.	16
1.4 Evaluación de la maduración.	17
1.5 Maduración Ósea.	17
1.5.1 Consideraciones acerca del Potencial de Crecimiento.	18
1.5.2 Osificación Endocondral a nivel de una placa Epifisaria.	18
1.5.3 Evaluación de la maduración ósea a través de la mano.	20
1.5.3.1 Método de Tanner y Whitehouse-2 (TW2).	21
1.5.3.2 Método de Grave y Brown.	22
1.5.4 Evaluación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales.	23
1.5.4.1 Método de Hassel y Farman.	24
1.5.5 Evaluación de la maduración ósea a través de las falanges.	25

	“Pág.”
1.5.5.1 Método de evaluación de la maduración ósea a través de la falange media del tercer dedo.	25
1.6 Maduración dental.	25
1.6.1 Método de Demirjian y colaboradores.	26
1.6.1.2 Método de evaluación de la maduración ósea a través del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos.	27
1.7 Aplicación clínica de la determinación del Potencial de Crecimiento en Ortodoncia.	28
<b>CAPÍTULO II DISEÑO METODOLÓGICO</b>	30
2.1 Clasificación de la investigación.	31
2.2 Período y lugar donde se realizó la investigación.	31
2.3 Población y Muestra.	31
2.4 Operacionalización de las variables.	Anexo 2
2.5 Aspectos Éticos.	34
2.6 Técnicas y procedimientos de obtención de la información.	36
2.7 Técnicas y procedimientos de elaboración y análisis.	46
<b>CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	48
3.1.1 Determinación según sexo y edad cronológica de: la edad ósea, los	49

estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.	
3.2 Identificación de la relación existente entre la edad ósea y: la edad cronológica, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.	50
3.1.2 Determinación según menarquia de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos.	54
3.3 Identificación de la concordancia entre los métodos estudiados.	56
CAPÍTULO IV DISCUSIÓN	62
4.1.1 Determinación según sexo y edad cronológica de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.	64
4.2 Identificación de la relación existente entre la edad ósea y: la edad	64

cronológica, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.	
4.1.2 Determinación según menarquia de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos.	77
4.3 Identificación de la concordancia entre los métodos estudiados.	80
Consideraciones finales	94
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	119
Anexo 1 Consentimiento Informado.	120
Anexo 2 Operacionalización de las variables.	121
Anexo 3 Tabla de Edad Decimal.	126
Anexo 4 Método de Tanner -Whitehouse 2 (TW2).	127
Anexo 5 Método de Demirjian y colaboradores.	140
Anexo 6 Método Grave y Brown.	147
Anexo 7 Método de Hassel y Farman.	153

	“Pág.”
Anexo 8 Estadios de maduración falange media del tercer dedo.	155
Anexo 9 Formulario	157
Anexo 10 Instructivo del Formulario.	159
Anexo 11 Determinación de los estadios de maduración esquelética de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda.	162
Anexo 12 Tablas y Gráficos.	163
Anexo 13 Producción Científica de la autora sobre el tema de la Tesis.	203

## **INTRODUCCIÓN**

La Ortodoncia actual se preocupa por la corrección precoz de la maloclusión, dando importancia a la armonización de las bases óseas en relación con la discrepancia y posicionamiento dentario, que pueden ser corregidos en cualquier época de la vida, por lo que es de gran importancia conocer el mayor pico de crecimiento (1, 2).

Los estadios de maduración pueden tener una influencia considerable en el diagnóstico, las metas del tratamiento, la planificación y el resultado eventual del tratamiento ortodóncico (3, 4).

Las decisiones clínicas con respecto al uso de las fuerzas de tracción extraoral, los aparatos funcionales, el tratamiento sin extracciones y la Cirugía Ortognática son basadas en las consideraciones del crecimiento, por esto, la predicción de la cantidad de crecimiento activo, sobre todo en el complejo craneofacial, son útiles al ortodoncista (4).

El diagnóstico ortodóncico transita por un grupo de etapas en las que se emplean múltiples factores de evaluación en el estudio de las maloclusiones dentarias. En la evaluación general de un paciente es importante que el desarrollo físico general sea juzgado en relación con el crecimiento ya ocurrido y con el potencial de crecimiento que aún resta (2).

El brote de crecimiento puberal es con toda seguridad un período ventajoso en el tratamiento ortodóncico y debe tenerse en cuenta en relación con la planificación del tratamiento. Uno de los objetivos del tratamiento ortodóncico durante la adolescencia, en los casos con discrepancias esqueléticas es aprovechar los cambios de crecimiento del paciente (5, 6).

En el adolescente la fase de madurez somática puede influir en la selección del aparato, el curso del tratamiento y el modo de retención después de la terapia (7). De ahí la importancia del estudio y el conocimiento del estadio de maduración y la fase de crecimiento en que se encuentra el paciente con el fin de hacer más eficiente nuestra terapia. Autores como: Nanda (8), Björk y Helm

(9), y Hägg y Taranger (10- 12), establecen que el patrón de crecimiento y desarrollo facial es similar al del crecimiento esquelético general, y que el pico máximo de crecimiento puberal de las estructuras craneofaciales ocurre entre 6 y 8 meses después que el pico máximo de crecimiento puberal en la estatura.

Debido a la amplia variación individual no puede usarse la edad cronológica en la evaluación del crecimiento puberal (5), por lo que se recurre a determinar la edad biológica, que se calcula a partir de las edades ósea, dental, morfológica y sexual (13).

El estudio de la maduración ósea es el método más seguro y fiable para evaluar la edad biológica de los individuos y para fijar la madurez fisiológica (14).

A pesar de las dificultades que plantean los diferentes métodos existentes (calidad de la radiografía, modificaciones mínimas de la proyección, variabilidad intra e interobservador, errores en la lectura de los sistemas computarizados, población en la que se basa el método, etcétera) la valoración de la maduración ósea es imprescindible en la práctica clínica, ya que es un parámetro de gran importancia en el estudio de las alteraciones del crecimiento (15).

La mano, la muñeca y las epífisis distales del radio y el cúbito presentan en conjunto un gran número de centros secundarios de osificación, algunos de los cuales existen en el feto nacido a término y pueden reproducirse en una sola radiografía. Por esto, se eligen a menudo como centros de estudio cuando se pretende determinar el estado de maduración esquelética, aunque pueden emplearse otros centros de osificación epifisaria secundaria, tales como, el codo y los tarsianos (16).

Todd, en 1937, fue el primer autor que mencionó el término “determinadores de la madurez”, al referirse a los cambios graduales que experimenta la placa de crecimiento del cartílago durante el



proceso de fusión de la epífisis con la diáfisis y que pueden determinarse estudiando placas radiográficas (17). Años más tarde Greulich y Pyle los denominaron indicadores de madurez y en 1959 establecieron las normas de edad esquelética para valorar la maduración ósea de la mano completa (18). Como las diferentes epífisis no maduran todas a igual ritmo a menudo surgen discrepancias que se resuelven con juicios subjetivos, que restan precisión al método (19).

Tanner y Whitehouse (19), desarrollan el método Tanner- Whitehouse 2 (TW2) para evaluar el desarrollo óseo, a través de radiografías de la mano y muñeca izquierdas, el cual por su precisión ha tenido gran aceptación, siendo utilizado en la actualidad en numerosos países (20- 22).

En 1979, el profesor Jordán (23) publica los resultados del Estudio Nacional de Crecimiento Físico, donde utiliza el método TW2 en la determinación de la maduración ósea. Posteriormente en 1987 un grupo de investigadores del Departamento de Crecimiento y Desarrollo Humano, determinan los patrones de maduración ósea de la población cubana por sexo y raza a través del método TW2 (24). Este método es uno de los que se utiliza en Cuba en la evaluación de la maduración ósea (25).

Se han buscado en las radiografías de la mano indicadores específicos del brote de crecimiento puberal (26). Björk y Helm (9) y Gupta (27) señalan como indicador confiable de la instalación de la pubertad el comienzo de la osificación del sesamoideo abductor. Toledo (4) y Rakosi y Jonas (28) afirman que la aparición del gancho del hueso ganchoso también es un buen indicador de la instalación de la pubertad.

En Ortopedia Maxilar uno de los métodos más utilizados en la evaluación del potencial de crecimiento ha sido el de Grave y Brown (28, 29) que divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en nueve estadios de maduración ósea, entre los 9 y los 17 años de edad. Las características de osificación se detectan a nivel de las falanges, huesos del carpo y radio, y los

estadios de crecimiento de los dedos se valoran según la relación entre la epífisis y la diáfisis (5). La evaluación del método de Grave y Brown es recomendada por Ortiz y colaboradores (30), Spinelli Casanova y colaboradores (31) y Pancherz y Hägg (32) antes de la terapéutica interceptiva en los pacientes de Ortodoncia, para elegir el tratamiento ideal de acuerdo al estadio de maduración ósea que presente el paciente, disminuyendo así el tiempo en el uso de los aparatos y haciéndolos más efectivos. Anterior a la realización de esta tesis (33), no se encontraron reportes de que en Cuba se utilizara el método de Grave y Brown, lo cual nos motivó a utilizarlo en esta investigación.

El inconveniente que presentan los métodos TW2 y Grave y Brown en la evaluación de la maduración ósea en pacientes de Ortodoncia, es el uso de una radiografía adicional para el paciente, además de que ésta no se realiza con los equipos de rayos X dental, siendo necesario remitir el paciente a un Servicio de Radiología.

La tendencia actual en Ortodoncia es reducir el número de radiografías a las estrictamente necesarias (34), por lo que se han desarrollado índices de maduración esquelética con los perfiles de los cuerpos de las vértebras cervicales que aparecen generalmente en las telerradiografías laterales de cráneo utilizadas para el diagnóstico ortodóncico (30), encontrándose altas correlaciones en las valoraciones de la edad ósea entre las vértebras cervicales y los huesos de la mano (35- 42). Hassel y Farman (43) crean un método para determinar el potencial de crecimiento futuro en el paciente ortodóncico, en el cual analizan el índice de maduración esquelética utilizando los cambios anatómicos de la segunda, la tercera y la cuarta vértebras cervicales observados en la radiografía cefalométrica lateral, estableciendo seis categorías en los indicadores de maduración de las vértebras cervicales. Anterior a la realización de esta investigación, no se encontraron reportes de que en Cuba se evaluara el potencial de crecimiento del paciente a través de las

vértebras cervicales, lo cual nos motivó a utilizar el método de Hassel y Farman (44), por la ventaja económica que representa el mismo.

También se ha realizado investigaciones sobre la relación existente entre la madurez dentaria y la esquelética, para ver si es posible evaluar la madurez esquelética mediante la utilización de la madurez dentaria, para lo cual uno de los métodos que se utiliza es el de Dermirjian (45- 50). Existen reportes de correlación entre los estadios de calcificación dentaria y la maduración esquelética: Sierra (48) encuentra una alta correlación entre los estadios de maduración esquelética y los de calcificación dental, siendo más alta la correlación a nivel del canino mandibular, esto también lo obtienen Coutinho y Buschang (51) quienes encuentran que la etapa G para el canino tiene lugar aproximadamente 0.4 años antes del pico de crecimiento para las niñas y 1.3 años antes para los niños. Chertkow y Fatti (52) encuentran resultados similares a los de Coutinho y Buschang (51) y recomiendan utilizar el canino mandibular como parámetro de evaluación del pico de maduración esquelética puberal. Valverde Montalva (47) y Krailssiri y colaboradores (49) recomiendan la utilización del segundo premolar mandibular.

En Cuba el método de Dermirjian ha sido ampliamente utilizado en Estomatología Legal (53) para determinar la edad dental y la edad ósea del individuo, y en Ortodoncia (54, 55) en la evaluación de la edad ósea de los pacientes, no habiéndose encontrado en la literatura reportes de que se utilice este método en la estimación del potencial de crecimiento del paciente, lo cual nos motivó a evaluar el método de Dermirjian y determinar la concordancia entre los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración esquelética, considerando que de existir alguna concordancia entre los mismos, contaremos con una herramienta para la determinación del pico de crecimiento puberal, sin la necesidad de utilizar una radiografía adicional de la mano.

También con el objetivo de sustituir la radiografía de la mano, que constituye una exposición adicional a radiaciones en los pacientes de Ortodoncia, Leite y colaboradores (56), analizan los tres primeros dedos, los cuales incluyen en la telerradiografía lateral de cráneo y no encuentran diferencias significativas entre el análisis de la maduración ósea a través de la mano total y el de los tres dedos. Shigemi Goto y colaboradores (57) y Rossi y colaboradores (58), analizan los cambios a nivel del primer dedo, en la falange distal y en la proximal respectivamente, encontrando que las evaluaciones a nivel de las falanges, constituyen un método clínico rápido y útil, para evaluar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia. Más recientemente Madhu y colaboradores (3) y Ozer y colaboradores (59), utilizan los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, visualizada en una radiografía de 41x31mm., tomada con un equipo de rayos X dental convencional, donde encuentran que la evaluación de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, constituye un método alternativo que puede ser utilizado para determinar la maduración ósea, de los niños en crecimiento. Anterior a la realización de esta investigación, no se encontraron reportes de que en Cuba se evaluara el potencial de crecimiento del paciente a través de la falange media del tercer dedo, lo cual nos motivó a determinar los estadios de maduración de esa falange e identificar la concordancia entre estos y los estadios de maduración esquelética, considerando que de existir concordancia entre los mismos, contaremos con un método simplificado, para la determinación del potencial de crecimiento puberal, sin la necesidad de utilizar una radiografía de la mano y un equipo de rayos X adicional.

#### Planteamiento del Problema de Investigación:

Considerando que en Ortodoncia la evaluación del potencial de crecimiento tiene influencia en el diagnóstico, el plan de tratamiento, los resultados y el pronóstico del tratamiento, y que la

evaluación de la maduración ósea a través de la radiografía de la mano, que es la zona anatómica que se utiliza en la evaluación de la maduración ósea en Cuba, constituye una radiografía adicional para los pacientes tributarios de tratamiento ortodóncico, cabría preguntarnos:

- ¿Cuál es la edad ósea de nuestros pacientes?
- ¿Qué estadios de maduración esquelética, de maduración de las vértebras cervicales, de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y de maduración de la falange media del tercer dedo presentan los mismos?
- ¿Cuál es la relación entre la edad ósea y: la edad cronológica, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo en nuestros pacientes?
- ¿Qué concordancia existe entre los métodos para determinar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia?

La formulación de estas interrogantes tiene como base una hipótesis que lleva implícita su contrastación y puede ser definida como sigue:

Teniendo en cuenta que el potencial de crecimiento constituye el grado de crecimiento alcanzable por el individuo entre el estado en el momento del examen y el cese definitivo de éste. En la determinación de dicho potencial, dentro del diagnóstico en Ortodoncia, se puede sustituir la radiografía de la mano, siendo clínicamente útil el análisis de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales, del desarrollo dental, y de la falange media del tercer dedo.

Para dar respuesta a los cuestionamientos y a la hipótesis se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Seleccionar los métodos más idóneos para determinar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia.

Objetivos Específicos:

1. Determinar según sexo, edad cronológica y menarquia: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos, y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.
2. Identificar la relación existente entre la edad ósea y: la edad cronológica, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos, y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.
3. Identificar la concordancia entre los métodos estudiados.

## **CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se abordan aspectos teóricos de gran importancia en la especialidad de Ortodoncia, que fueron considerados en esta investigación, ya que en su gran mayoría, los niños que acuden a nuestro servicio y son tributarios de tratamiento ortodóncico, están en períodos de crecimiento y desarrollo, por lo cual al desconocer su edad biológica, pudiéramos incurrir en errores a la hora de plantear un diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento.

### 1.1 Conceptos de Crecimiento, Desarrollo y Maduración.

Los términos de crecimiento y desarrollo se usan para indicar la serie de cambios de volumen, forma y peso que sufre el organismo desde la fecundación hasta la edad adulta (60-61). Si bien es difícil separar los dos fenómenos en el niño en crecimiento ambos términos tienen acepciones distintas:

Crecimiento: es el aumento de las dimensiones de la masa corporal (tamaño, talla y peso). Es el resultado de la división celular y el producto de la actividad biológica; es la manifestación de las funciones de hiperplasia e hipertrofia de los tejidos que forman el organismo (60-64).

Desarrollo: Es el cambio en las proporciones físicas. Tiene como base la diferenciación celular que conduce a la madurez de las distintas funciones físicas y psíquicas (60).

Maduración: Es la estabilización del estado adulto provocado por el crecimiento y el desarrollo, un órgano madura cuando éste alcanza el mayor grado de perfeccionamiento (60-62).

Según Moyers (65), existen dificultades semánticas cuando se consideran las tres palabras, crecimiento, desarrollo y maduración. Cada término conlleva conceptos, no presentes en los otros y sin embargo hay superposición.

Durante el crecimiento el individuo sufre cambios en las proporciones físicas corporales tales como la de la cabeza en relación con la talla total y de la cara en relación con el volumen total de la cabeza. Según Mayoral (60), el cráneo es siete veces mayor que la cara al nacer, y con el desarrollo de la dentición, el crecimiento de la cara aumenta hasta la pubertad 12 veces hasta que en el adulto ocupan igual proporción (Figura1). La cabeza al nacimiento constituye la cuarta parte del cuerpo, la quinta en el primer año, la sexta a los 8 años; la séptima en la pubertad y la séptima y media en la edad adulta (Figura 2).

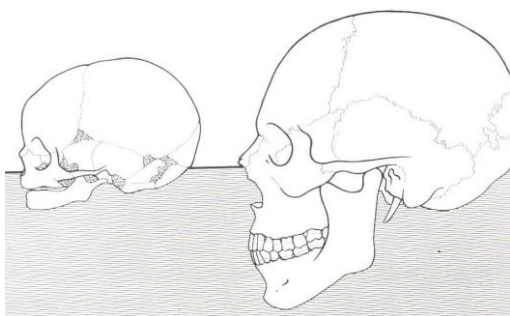


Figura 1 Tamaño relativo de la cara y cráneo en el nacimiento y en el adulto. Al nacer el cráneo es más grande que la cara y esta relación se iguala en la cabeza adulta.

Fuente: Ortodoncia Clínica (61).

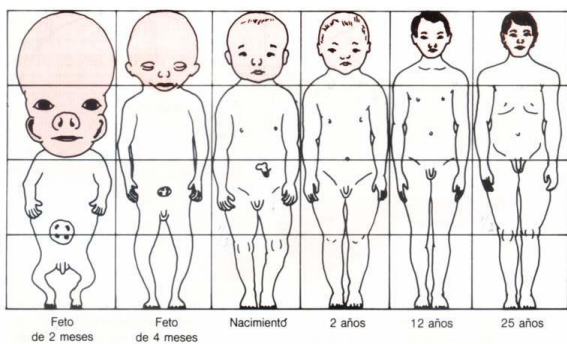


Figura 2 Desarrollo de la cabeza en relación con el cuerpo.

Fuente: Ortodoncia: Teoría y práctica (62).



El crecimiento y desarrollo activo de un individuo, es un fenómeno continuo que se inicia en el momento de la concepción y culmina al final de la pubertad, período durante el cual alcanza la madurez en sus aspectos físicos, psico-social y reproductivos. Ambos procesos tienen características comunes a todos los individuos de la misma especie, lo que los hace predecibles, sin embargo, presentan amplias diferencias entre los sujetos, dadas por el carácter individual del patrón de crecimiento y desarrollo. Este patrón típico emerge de la interacción de factores genéticos y ambientales, que establecen, por una parte, el potencial de crecimiento y por otra, la magnitud en que este potencial se expresa (62).

#### 1.2 Variables que afectan el Crecimiento Físico.

La variabilidad puede verse en la velocidad, regulación o carácter del crecimiento al igual que en tamaño logrado o final. Según Moyers (65) estas variables son:

1) Herencia: Hay un control genético del tamaño de las partes, en gran medida, de la velocidad del crecimiento y del comienzo de los sucesos de crecimiento, menarquia, calcificación dentaria o erupción de los dientes, osificación de huesos, y el comienzo del brote de crecimiento adolescente (65). Según Fernández Toral y colaboradores (66) “la influencia genética queda claramente establecida, al observar la similitud de talla que se da entre gemelos monocigotos, la cual tiene una correlación de 0,94; en cambio en los gemelos dicigóticos esta correlación baja a 0,5”.

2) Nutrición: La malnutrición durante la niñez puede afectar el tamaño de las partes, las proporciones corporales, y la calidad y textura de ciertos tejidos por ejemplo huesos y dientes (62). Gutiérrez Muñiz y colaboradores (14) refieren que “la desnutrición retrasa el crecimiento durante la infancia”. El crecimiento compensador aparece cuando un régimen

nutricional favorable es proporcionado lo suficientemente temprano; aunque éste no siempre restaura al individuo el tamaño que hubiera tenido sin la malnutrición, sobre todo cuando se ha experimentado una malnutrición grave y prolongada (65).

3)Enfermedad: La enfermedad sistémica tiene efecto sobre el crecimiento del niño (65-67).

Gutiérrez Muñiz y colaboradores (14) refieren que “las enfermedades ligeras y relativamente breves no causan retraso evidente del ritmo de crecimiento, mientras que las enfermedades de consideración pueden frenarlo en grado considerable”, coincidiendo con Moyers (65), quien refiere que “enfermedades serias prolongadas y debilitantes tienen su efecto marcado sobre el crecimiento”.

4)Raza: Hay distintas diferencias raciales de alguna significación de peso al nacer, altura y peso, velocidad de crecimiento y comienzo de los diversos indicadores como la menarquia, osificación de los huesos, calcificación y erupción de los dientes (65, 68).

5)Clima y efectos estacionales sobre el crecimiento: Hay una tendencia general entre los que viven en climas más fríos a tener una mayor proporción de los tejidos adiposos y existen variaciones estacionales en la velocidad de crecimiento del niño y el peso del recién nacido (65).

6)Físico adulto: según Moyers (65) hay una correlación entre el físico adulto y los primeros sucesos de desarrollo.

7)Factores socioeconómicos: Esta categoría incluye algunas superposiciones con factores ya mencionados, por ejemplo la nutrición; sin embargo, hay diferencias descritas; niños que viven en condiciones sociales favorables tienden a ser más grandes y muestran diferentes tipos de crecimiento y diferentes relaciones altura peso y variaciones en la regulación del crecimiento, cuando se compara con niños con desventajas (65).

- 8)Ejercicios: No se ha efectuado un aporte fuerte sobre los efectos beneficiosos del ejercicio en el crecimiento y no se ha demostrado que los niños que hacen ejercicios fuertes regularmente crezcan en forma más favorable (69). Aunque pueden ser útiles para el desarrollo de habilidades motoras, para la aptitud y el bienestar general (65).
- 9)Tamaño de la familia y orden de nacimiento: Esta variable se refiere a la cantidad de la prole y al orden de nacimiento entre los hermanos, según Moyers (65) hay diferencias en los tamaños de los individuos, en su nivel de maduración en cuanto a logros y en su inteligencia, que pueden ser correlacionados con el tamaño de la familia de la que proceden, citando como ejemplo que “los primogénitos tienden a pesar menos al nacer y finalmente alcanzan menos estatura y un coeficiente de inteligencia más elevado”. Con relación a esta variable Bishara (70) refiere que “los niños nacidos más tarde en una familia son habitualmente más pesados que el primogénito”.
- 10) Tendencias seculares (70): En los últimos 150 años se ha observado una tendencia marcada de los individuos a ser cada vez más altos y presentar su pubertad en edades más tempranas (65). Los mecanismos involucrados en los cambios seculares del crecimiento no están totalmente aclarados. Se ha sugerido la participación de factores genéticos, socioeconómicos y ambientales, los que probablemente ejerzan sus efectos en forma aditiva. Para la mayoría de los autores (66, 71) los factores socioeconómicos tendrían un rol más importante, por lo que los cambios seculares en el crecimiento y maduración pueden considerarse como indicadores de las condiciones de salud, higiene, nutrición, educación y bienestar socioeconómico de una población.
- 11) Trastornos psicológicos: Hay evidencia escasa de ese factor, aunque niños en situaciones de stress presentan inhibición de la hormona de crecimiento y al ser liberado del stress la hormona vuelve a liberarse y el niño recupera el crecimiento (62, 65, 66).

### 1.3 Velocidad de crecimiento.

La velocidad de crecimiento definida por Cattani (72), como “el incremento de talla en un determinado período de tiempo”, tiene variaciones significativas según edad y sexo:

1. Según la edad se pueden distinguir tres períodos :
  - a. un período de crecimiento rápido, que comprende los cuatro primeros años de vida, caracterizado por una disminución progresiva de la velocidad desde 25 cm. el primer año, 12 cm. el segundo, 10 cm. el tercero a 8 cm. en el cuarto año.
  - b. un período de crecimiento más lento y sostenido, desde los cuatro años hasta el inicio puberal, con una velocidad de crecimiento que varía entre 4,5 - 7,0 cm/año.
  - c. un nuevo período rápido durante el desarrollo puberal, en que la velocidad de crecimiento máxima puede llegar hasta 12 cm/año en el varón y 9 cm/año en la mujer. Este período ha sido denominado brote de crecimiento puberal (17,29).
2. Las diferencias relacionadas con el sexo, son evidentes en el momento de nacer, los varones tienen talla y peso mayores que las niñas. Sin embargo, esta diferencia disminuye después y casi no se aprecia al año de edad. Las variaciones más notables en cuanto a sexo son las que ocurren durante la pubertad, y tienen relación tanto con el momento del inicio del incremento en talla, como con su magnitud y duración.

### 1.4 Evaluación de la maduración.

La edad cronológica, que constituye el tiempo transcurrido desde el nacimiento o la concepción hasta el momento del examen (62), no siempre permite valorar el desarrollo y la maduración somática del paciente, por lo que se recurre a determinar la madurez biológica (5).

Según Gutiérrez Muñiz y colaboradores (14) “el concepto de madurez biológica es definido como las transformaciones sucesivas a través del tiempo, desde la concepción hasta la adultez, existiendo en la actualidad dos métodos fundamentales aplicables para su evaluación: la edad ósea y la edad dental”.

### 1.5 Maduración Ósea.

El estudio de la maduración ósea es tal vez el método más seguro y fiable para evaluar la edad biológica de los individuos y para fijar la madurez fisiológica (73).

En el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóncico es vital el conocimiento de la edad ósea como un indicador confiable a la hora de trazarnos las metas del tratamiento (4).

La maduración ósea ocurre en tres etapas (72):

- a. Maduración prenatal: se observa osificación de los cartílagos diafisarios, núcleos epifisarios del fémur y tibia y de la cabeza del húmero y cuboides.
- b. Maduración postnatal: se produce osificación progresiva de las matrices cartilaginosas del esqueleto.
- c. Maduración puberal: durante este período se produce la osificación de los cartílagos de crecimiento.

La edad ósea se establece determinando radiográficamente el número y tamaño de los centros epifisarios de osificación, los cuales deben ser comparados con las normas existentes para cada edad y sexo (19, 74).

Cada hueso comienza con un centro primario de osificación que crecerá progresivamente a la vez que se remodela pudiendo adquirir una o más epífisis y finalmente adquirirá la forma adulta con la fusión de la epífisis al cuerpo del hueso. La secuencia para cada hueso es la misma en cuanto a los eventos que en él ocurrirán, teniendo lugar independientemente al grado de retraso o adelanto con respecto a la edad cronológica (5, 62, 72).

#### 1.5.1 Consideraciones acerca del Potencial de Crecimiento.

El potencial de crecimiento constituye el grado de crecimiento alcanzable por el individuo entre el estado en el momento del examen y el cese definitivo de éste (62). Está dado por la relación existente entre la edad ósea y la edad cronológica: a menor edad ósea para una edad cronológica determinada el potencial de crecimiento del individuo será mayor y viceversa, es decir, el grado de retraso de la edad ósea en relación con la edad cronológica refleja teóricamente los años de crecimiento residual extra o, lo que es lo mismo, los años de crecimiento que le quedan antes del cierre de la epífisis (62, 66, 72).

#### 1.5.2 Osificación Endocondral a nivel de una placa Epifisaria.

Según Proffit (62) “en los huesos largos de las extremidades aparecen centros de osificación en el centro y en los extremos de los huesos, dando lugar a un eje central denominado diáfisis y a un capuchón óseo en cada extremo denominado epífisis. Entre la epífisis y la diáfisis queda una zona remanente de cartílago no calcificado conocida como placa epifisaria. El cartílago de las placas epifisarias de los huesos largos es un centro importante para su crecimiento, de hecho este cartílago es el responsable de casi todo su crecimiento longitudinal”. El periostio superficial de los huesos también desempeña un papel destacado en el aumento de espesor y en la remodelación de la configuración exterior (62).

Cerca del extremo exterior de cada placa epifisaria existe una zona de células condrales que se dividen activamente. Algunas de ellas empujadas hacia la diáfisis por la actividad proliferativa subyacente se hipertrofian, secretan una matriz extracelular y acaban degenerando al empezar a mineralizarse la matriz y ser rápidamente sustituida por hueso (62). El crecimiento continuará mientras el ritmo de proliferación de los condrocitos sea igual o superior a su ritmo de maduración. Sin embargo, hacia el final del período normal de crecimiento el ritmo de maduración supera al de proliferación, el cartílago remanente es sustituido por hueso y se cierran las placas epifisarias. En ese momento se ha completado el crecimiento óseo excepto a lo referente a los cambios superficiales en su espesor que dependen del periostio (62).

El momento en que se produce la pubertad establece diferencias importantes en las dimensiones corporales definitivas, de una manera que podría parecer paradójica a primera vista: cuanto antes comience la pubertad menor será el tamaño adulto y viceversa (62, 72).

El aumento de estatura depende del crecimiento del hueso endocondral a nivel de las placas epifisarias de los huesos largos, y las hormonas sexuales tienen una influencia doble sobre el crecimiento del hueso endocondral: estimulan al cartílago para que crezca más rápido lo que da lugar al estirón puberal, sin embargo, esas hormonas también aceleran el ritmo de maduración esquelética que en los huesos largos corresponde al ritmo en que el cartílago se convierte en hueso (62). Esta aceleración de la maduración es aún mayor que la del crecimiento, por consiguiente durante el crecimiento acelerado de la adolescencia, se consume más cartílago que lo que se repone. Hacia el final de la adolescencia lo que queda de cartílago se transforma en hueso y se cierran las placas epifisarias. Según Proffit (62): “Como es lógico en ese momento se pierde el potencial de crecimiento y el individuo deja de crecer”.

### 1.5.3 Evaluación de la maduración ósea a través de la mano.

Teóricamente, cualquier parte del cuerpo puede usarse para determinar la edad ósea, pero en la práctica la mano y la muñeca, son las más usadas, debido a que poseen un gran número de huesos y epífisis en desarrollo lo que permite el seguimiento de los cambios que ocurren a través de los años del crecimiento (23, 75). También son las zonas más convenientes para valorar la maduración ósea, por encontrarse lejos de las gónadas y necesitar menos radiación (13, 20, 74, 76).

Se efectúan radiografías de la mano y la muñeca izquierda, por estar ésta, menos influenciada por factores externos, considerando la mayor proporción de pacientes diestros (77). Aunque Greulich y Pyle (18) encuentran muy poca diferencia entre el crecimiento óseo de la mano derecha e izquierda y calculan que puede exceder una de otra en tres meses aproximadamente, diferencia que se presenta en un 13 % de los casos estudiados.

#### 1.5.3.1 Método de Tanner y Whitehouse-2 (TW2) (19, 76).

Tanner y Whitehouse desarrollan su método a partir de observaciones registradas en tres mil niños británicos, definiendo los indicadores de madurez para cada centro de osificación, a los que les asignan puntuaciones determinadas según el sexo, que se suman estableciendo la edad ósea, y en 1983 revisan y proponen puntuaciones más precisas (19).

El método TW2 posee tres variantes fundamentales con características específicas (19,76):

1. Ofrece valores para siete de los huesos del carpo: hueso grande, ganchoso, piramidal, semilunar, escafoides, trapecio y trapecoide: Variante Carpo.



2. Valoración de los huesos radio, cúbito, metacarpianos y falanges de los dedos uno, tres y cinco: Variante Radio, Cúbito y Dedos (RCD), que fue la utilizada en esta investigación.
3. Evaluación integral de la mano que comprende veinte huesos: Variante Mano Total.

El método TW2 tiene como ventajas que se evalúan numerosos centros de osificación y epífisis que ofrecen gran variedad de información sobre la maduración biológica (76), además de que en la actualidad el mismo se aplica de forma computarizada (CASAS Computer Aided Skeletal Age Scores) (78, 79). Sin embargo, la desventaja que presenta este método para los pacientes de Ortodoncia es el uso de una radiografía adicional, la cual no se realiza en el equipo de rayos X dental, siendo necesario la remisión del paciente.

#### 1.5.3.2 Método de Grave y Brown (28, 74).

El método de Grave y Brown divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en nueve estadios de maduración esquelética. La importancia de la determinación de este método, está en el hecho de que existe una relación entre los estadios de maduración esquelética y la curva de crecimiento estatural (74).

El crecimiento humano estatural sigue una curva constante en todos los individuos (9). Este crecimiento además se comporta de forma paralela al facial, con lo cual conociendo uno conocemos el otro (34), aunque según Björk y Helm (9), la aceleración del estatural precede al facial en unos 6 a 12 meses.

El método de Grave y Brown (28, 6), establece que los nueve estadios de maduración esquelética, pueden repartirse a través de la curva de ritmo de crecimiento establecida por Björk (9). Así el estadio de maduración esquelética 3 se corresponde con el mínimo prepuberal, el 4 con la

aceleración del crecimiento puberal, el 5 con el pico máximo, y del 6 al 8 ocurre el descenso de dicho crecimiento, completándose a nivel del estadio 9 (6, 74).

En esta muestra aceptamos como cierto que los nueve estadios de maduración esquelética de Grave y Brown, están repartidos a través de la curva de ritmo de crecimiento que estableció Björk, lo cual consideramos en esta investigación en el análisis y la discusión de los resultados.

Desde el punto de vista clínico, este análisis nos permite evaluar si el paciente ha alcanzado, se encuentra o ha pasado el periodo de mayor aceleración de crecimiento, lo cual es, en algunos casos, imprescindible para realizar un correcto diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento ortodóncico (74).

Anterior a la realización de este proyecto (33), no se encontraron reportes de que en Cuba se aplicara el método de Grave y Brown, mediante el cual, se puede determinar en qué etapa del desarrollo se encuentra el paciente, lo cual indicaría cuánto crecimiento tiene el paciente o cuánto le falta, en relación al pico máximo de crecimiento puberal, en el cual se obtiene la mayor aceleración del crecimiento facial. Esto es de mucha importancia en relación con el tipo de tratamiento que se debe aplicar, ya sea de tipo ortopédico, ortodóncico o quirúrgico (74, 80).

#### 1.5.4 Evaluación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales.

La tendencia actual en Ortodoncia en la evaluación de la maduración ósea es reducir el número de radiografías a las estrictamente necesarias (34). Hay una serie de investigadores tales como: O'Reilly (81), Baccetti (38) y Hassel y Farman (43) que intentan desarrollar unos índices de maduración esquelética con los perfiles de los cuerpos de las vértebras cervicales, que aparecen generalmente en las telerradiografías laterales de cráneo utilizadas para el diagnóstico

ortodóncico. Farías Palafox y González Ramírez (82) utilizan también las telerradiografías laterales evaluando el desarrollo del seno frontal.

Según Hassel y Farman (43), para Lamparski no existen diferencias y hay una alta correlación en las valoraciones de la edad ósea entre las vértebras cervicales y los huesos de la mano. Su investigación da fiabilidad y validez al uso de las imágenes radiológicas a distancia de telerradiografías de las vértebras cervicales, para las valoraciones de la edad ósea y la eliminación de radiografías adicionales, refiriendo que los indicadores de madurez que se observan en las vértebras cervicales son dos:

- 1 Inicio y desarrollo de concavidades en el borde inferior del cuerpo vertebral.
- 2 Incremento de la altura vertical del cuerpo de la vértebra, el crecimiento desigual de la parte posterior y la altura total del cuerpo vertebral, producen cambios morfológicos en la vértebra, que varían de su forma inicial trapezoidal, a rectangular, luego cuadrada y por ultimo más alta que ancha.

Las ventajas de utilizar las vértebras cervicales, en estos casos, se centra en la reducción a las exposiciones radiográficas a que se ven sometidos los pacientes y por la facilidad de acceder a las vértebras cervicales (30).

#### 1.5.4.1 Método de Hassel y Farman (43).

Hassel y Farman (43) crean un método para determinar el potencial de crecimiento futuro en el paciente ortodóncico, donde establecen seis categorías que indican la maduración de las vértebras cervicales y su relación con la maduración esquelética del individuo. Según estos autores (43) en el segundo estadio de maduración de las vértebras cervicales ocurre la aceleración del crecimiento

puberal, y en el tercero tiene lugar una gran aceleración de crecimiento, que se acerca al pico máximo de crecimiento puberal.

Estos conceptos fueron los que consideramos en este estudio en el análisis de los seis estadios de maduración de las vértebras cervicales, de ahí la importancia clínica de los estadios 2 y 3 en el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóncico. Según este análisis en los pacientes que estén en el estadio 2 de maduración de las vértebras cervicales, se puede realizar cualquier tratamiento de Ortopedia ya que están un año antes del pico de crecimiento mandibular, lo que favorece el éxito en el resultado de la terapéutica aplicada (30, 38, 83, 84).

No se han encontrado reportes de que en Cuba se utilicen las vértebras cervicales en la evaluación de la maduración ósea y el potencial de crecimiento del paciente, lo cual nos motivó a realizar esta investigación (44) por la ventaja económica que representa al no tener que utilizar otro equipo de rayos X y el ahorro en radiaciones para los pacientes, al no tener que realizarles una radiografía adicional de la mano.

#### 1.5.5 Evaluación de la maduración ósea a través de las falanges.

La evaluación de la maduración ósea a través del desarrollo de las falanges, ha sido utilizada en pacientes de Ortodoncia con el objetivo de prescindir de la radiografía de la mano, que constituye una exposición adicional a radiaciones, e implica el uso de un equipo de rayos X que no se utiliza de forma convencional en Estomatología; y también tiene el propósito de simplificar la estimación, ya que solo se analizan los cambios a nivel de algunas falanges, según la relación entre la epífisis y las diáfisis (3).

#### 1.5.5.1 Método de evaluación de la maduración ósea a través de la falange media del tercer dedo.

En este estudio, utilizamos en la evaluación de la falange media del tercer dedo, la clasificación propuesta por Toledo (4), considerando que: cuando la epífisis tiene menor anchura que la diáfisis (forma de disco) el paciente no ha alcanzado el brote de crecimiento puberal; cuando la epífisis tiene la misma anchura que la diáfisis el paciente está próximo o ya comenzó este acontecimiento; cuando la epífisis rodea a la diáfisis a modo de capuchón, se encuentra en su pico máximo; y cuando comienza la fusión entre la epífisis y la diáfisis, hasta su completa osificación, está en la curva descendente de crecimiento puberal.

#### 1.6 Maduración dental:

La valoración de la edad dental es esencial para un pronóstico sobre el desarrollo de la dentición (5, 45). Se determina por dos métodos (5, 85): Unos, evalúan el estado de la erupción dentaria, con la desventaja de que este proceso es afectado por agentes externos, tales como: la caries, las fuerzas oclusales y los tratamientos restauradores (86). Otros, consideran el estadio de calcificación de la pieza dental. Aunque la calcificación de los dientes ha sido estudiada en muchas formas, los métodos radiográficos son los más prácticos, ya que el clínico evaluará el desarrollo dentario de sus pacientes (87, 88).

El conocimiento del proceso de calcificación y erupción de los dientes temporales y permanentes es indispensable en Ortodoncia para poder determinar las alteraciones que conducirán a la

formación de anomalías y tomar cuando sea posible, las medidas que impidan la aparición de las mismas.

Dentro de los métodos que evalúan la maduración dental por el grado de calcificación de la corona y la raíz se encuentran el de Nolla (89), que establece 10 etapas de calcificación; y el de Demirjian y colaboradores (45), que establece ocho estadios de calcificación.

#### 1.6.1 Método de Demirjian y colaboradores (45).

El método de Demirjian y colaboradores (45) ha sido utilizado en Estomatología Legal en el establecimiento de la edad biológica en restos óseos humanos (90- 93) y en Ortodoncia en la evaluación de la maduración del paciente (46- 50). Según Toribio y colaboradores (53) el mismo, ofrece una serie de ventajas:

- Examina la madurez de cada diente por separado, de acuerdo con estudios radiográficos periapicales.
- Una vez dominada la técnica, el tiempo promedio para evaluar una radiografía toma solamente unos minutos.
- El cómputo de los datos puede ser realizado por el personal auxiliar.
- Es de fácil aplicación y no requiere gastos.

Teniendo en cuenta las ventajas del método de Demirjian en esta investigación lo aplicamos para calcular la edad ósea a través del desarrollo dental, y determinar la relación entre ésta y la calculada a través del método TW2.

#### 1.6.1.2 Método de evaluación de la maduración ósea a través del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos.

Existen varios reportes internacionales que refieren la evaluación de la maduración esquelética a través de los estadios de calcificación dentaria: Valverde Montalva y colaboradores (47), Sierra (48), Krailssiri y colaboradores (49), Lu (50), Coutinho y Bushgang (51), Rossi Rowdley y colaboradores (58), Ossa Salazar y colaboradores (94), San Román y colaboradores (95), So (96), Uysal y colaboradores (97), y Flores-Mir y colaboradores (98), encuentran altas correlaciones, estadísticamente significativas, entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos. Estos trabajos concluyen que la evaluación de la calcificación dentaria a nivel de estos dientes, pudiera servir como una herramienta útil para estimar la maduración ósea y el potencial de crecimiento del paciente, sustituyendo a la radiografía de la mano, lo cual nos motivó a realizar esta investigación.

#### 1.7 Aplicación clínica de la determinación del Potencial de Crecimiento en Ortodoncia.

Dentro del diagnóstico en Ortodoncia, es muy importante la evaluación del potencial de crecimiento, ya que la mayoría de los pacientes que requieren tratamiento ortodóncico, se encuentran en un período de crecimiento activo, y con el tratamiento se puede modificar el crecimiento facial, bien sea frenándolo, acelerándolo o redirigiéndolo hacia un vector normal (29). Según Proffit (62) "No es posible modificar un crecimiento que no está produciéndose, y si se coloca un aparato funcional a un paciente que no esté creciendo, el resultado obtenido será casi totalmente una movilización dental". Para éste autor (62) en la modificación ortodóncica del crecimiento se aplican dos principios importantes: Solo se puede conseguir una modificación

clínicamente significativa en los pacientes que siguen creciendo; y el tratamiento debe continuar hasta haberse completado el crecimiento tras la adolescencia, pues tiende a recidivar al restablecerse el patrón original.

Las malposiciones dentarias pueden corregirse virtualmente de manera independiente de la fase o estadio de crecimiento en que se encuentre el paciente, a diferencia de los problemas esqueléticos (29). Con frecuencia nos encontramos con alteraciones de forma, tamaño y posición de los maxilares, problemas estos que pudieran requerir tratamientos dirigidos a producir modificaciones esqueléticas (29, 60- 65).

Los niños con discrepancias maxilares suelen beneficiarse de la aplicación de técnicas para modificar el crecimiento. Dado que los huesos de la cara, y en particular los maxilares, sufren cambios espontáneos durante las diferentes fases de crecimiento, antes de instaurar un tratamiento tendiente a corregir maloclusiones esqueléticas, es necesario conocer el momento oportuno para iniciar el mismo, según el potencial de crecimiento que presente el paciente, para hacer más eficiente nuestra terapia (13, 29, 32, 62).

La clave de la modificación del crecimiento radica en iniciar el tratamiento cuando todavía queda crecimiento suficiente (62), de ahí la importancia de conocer el potencial de crecimiento que presenta el paciente, cuando realizamos el diagnóstico de los problemas esqueléticos. Teniendo en cuenta estos aspectos nos motivamos a determinar en la misma muestra cinco métodos de evaluación del potencial de crecimiento (Método TW2, Demirjian y colaboradores, Grave y Brown, Hassel y Farman y determinación de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo), con el objetivo de seleccionar los métodos más idóneos para los pacientes de Ortodoncia.





## **CAPÍTULO II DISEÑO METODOLÓGICO**

El capítulo presenta los elementos metodológicos utilizados para dar respuesta a las interrogantes e hipótesis del trabajo. Contiene la clasificación del estudio realizado, la operacionalización de las variables empleadas, los aspectos éticos que fueron considerados y se detallan las técnicas y los procedimientos utilizados para la obtención de la información, de cada tarea de investigación y las técnicas de procesamiento y análisis.

## 2.1 Clasificación de la investigación.

Se realizó una Investigación de Desarrollo Tecnológico, de corte Transversal, con el objetivo de seleccionar los métodos más idóneos para determinar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia.

## 2.2 Período y lugar donde se realizó la investigación.

El presente estudio se realizó en la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Estomatología del Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana (ISCM-Habana) en el período de Enero de 2004 a Abril de 2007.

## 2.3 Población y Muestra.

Población:

La población estuvo constituida por todos los niños y adolescentes tributarios de tratamiento ortodóncico, que ingresaron en la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de

Estomatología del ISCM-Habana en el período de Enero de 2004 a Diciembre de 2006 y se encontraban entre 8 y 16 años.

#### Diseño muestral:

Se utilizó un muestreo por cuotas según sexo y edad de los pacientes. La muestra se dividió en dos grupos, uno para el sexo femenino y uno para el masculino, cada uno con una escala de edades diferente, debido a que la maduración ósea no ocurre a la misma edad según los sexos, por lo general, las niñas maduran antes, según los resultados de los estudios realizados en Cuba por Jordán y colaboradores (23).

En el sexo femenino se estudiaron las edades de 8 a 14 años y en el masculino de 10 a 16 años, por ser los grupos de edades donde ocurre el brote de crecimiento puberal (24) siendo este período de gran importancia en el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóncico (29).

Además se incluyeron en el sexo femenino pacientes en las edades de 15 a 16 años y el masculino pacientes de 8 a 9 años, por ser grupos de edades donde pudieran presentarse casos de retardo o precocidad en la maduración ósea (24).

#### Muestra:

El tamaño total de la muestra fue de 150 pacientes, 75 por cada sexo, distribuidos por los siguientes grupos de edades:

#### Grupos de edades (edad decimal)

##### Sexo femenino

(8,00-8,99) 10 pacientes

(9,00-9,99) 10 pacientes

(10,00-10,99) 10 pacientes

(11,00-11,99) 10 pacientes

(12,00-12,99) 10 pacientes

(13,00-13,99) 10 pacientes

(14,00-14,99) 10 pacientes

(15,00-16,99) 5 pacientes

Sexo masculino

(8,00-9,99) 5 pacientes

(10,00-10,99) 10 pacientes

(11,00-11,99) 10 pacientes

(12,00-12,99) 10 pacientes

(13,00-13,99) 10 pacientes

(14,00-14,99) 10 pacientes

(15,00-15,99) 10 pacientes

(16,00-16,99) 10 pacientes

Criterios de inclusión de los pacientes:

Los pacientes fueron seleccionados previa condición de:

- presentar buen estado de salud general,
- tener medidas de peso y talla, que se encontraran entre el 10 y el 90 percentil, de la Norma Cubana de Peso para la Talla (14),
- ausencia de enfermedades crónicas,

- ausencia de oligodoncias clínica y radiográficamente,
- ausencias de malformaciones congénitas,
- que no tuvieran tratamiento correctivo de la columna vertebral,
- necesitar por las características de su maloclusión, la realización de una telerradiografía lateral de cráneo para completar su diagnóstico,
- haber firmado el consentimiento informado (Anexo 1).

Criterios de exclusión:

Los pacientes que no cumplieran con los criterios de inclusión.

Criterios de salida:

Los pacientes que abandonaron la investigación antes de completar el estudio radiográfico.

## 2.4 Operacionalización de las variables (Anexo 2).

## 2.5 Aspectos Éticos:

Con todos los pacientes que participaron en la investigación y sus padres, se sostuvo una entrevista antes del comienzo de la misma, donde se les explicó en que consistía el estudio, frecuencia, tipo de evaluación y las medidas de protección radiológicas que serían tomadas para no dañar la salud del paciente.

Si estaban de acuerdo, los pacientes y sus padres debían firmar el modelo de consentimiento informado, aprobando su intervención en el estudio (Anexo 1).

El manejo racional de los rayos X o lo que es lo mismo, el control de ellos mediante una serie de medios y medidas de protección, permite actuar dentro de límites prácticamente inocuos (99). Con este fin existe una Resolución Ministerial dictada por el gobierno para la Protección Radiológica que atañe tanto a los que trabajan directamente con radiaciones, como a los pacientes que necesitan ser sometidos a las mismas (100).

Según Ugarte y colaboradores (101) "las normas establecidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica se relacionan con diversos factores, estos son:

1. Relacionadas con el equipo:
  - a) Condiciones técnicas óptimas.
  - b) Calibración adecuada.
2. Relacionadas con el local. Barrera de protección primaria y secundaria con plomo o baritina.
3. Medidas de protección para el personal expuesto a las radiaciones:
  - a) Medios de protección personal.
  - b) Control dosimétrico.
4. Medidas de protección con el paciente".

Dentro de las medidas de protección radiológica que se consideraron en este estudio, para todas las técnicas, se encontraron (101, 102):

1. El uso de la filtración adecuada en el equipo de rayos X. Consiste en interponer a la salida del foco una lámina de metal (aluminio) que absorbe principalmente los rayos de mayor longitud de onda, evitando que sean absorbidos por la piel del paciente.
2. El uso de un diafragma adecuado, que es un dispositivo que se coloca a la salida del foco, lo cual se traduce en una menor cantidad de tejido irradiado ya que disminuye la sección del haz del rayo.
3. La realización de los exámenes en locales adecuados cuya construcción fue guiada por un físico proteccionista quien indicó las características del local como, grosor de las paredes, paredes y puertas plomadas y sitio de construcción.
4. Evitar la repetición innecesaria de exámenes radiográficos.
5. La indicación precisa y adecuada del examen radiográfico por el personal capacitado para ello.
6. Realizar los exámenes radiográficos a toda mujer fértil en los 14 días comprendidos a partir de su menstruación. (Considerar a toda mujer en edad reproductiva como potencialmente embarazada).
7. Uso adecuado de los delantales plomados.
8. Control del uso del dosímetro.
9. Tener expediente radiológico.

## 2.6 Técnicas y procedimientos de obtención de la información.

Para la determinación de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos, se realizaron las siguientes tareas de investigación:



Primeramente se procedió al adiestramiento de cada observador en los métodos de evaluación de la maduración estudiados.

La información fue recogida y analizada por cuatro residentes y cuatro especialistas de Ortodoncia, cada residente y cada especialista determinó en la misma muestra, uno de los cuatro métodos de estudio de la maduración analizados en esta investigación.

A cada paciente se le confeccionó el modelo oficial de historia clínica de Ortodoncia y se le realizó: una radiografía de la mano izquierda, una telerradiografía lateral de cráneo y radiografías periapicales del incisivo central mandibular izquierdo hasta el segundo molar mandibular izquierdo o una radiografía panorámica. Todas estas radiografías se realizaron en un período de un mes entre una y la otra y se tomaron las medidas de protección radiológicas establecidas para que el estudio estuviese debidamente controlado (ver epígrafe de aspectos éticos).

Cada radiografía fue evaluada por el residente y por el especialista en una primera observación y a las tres semanas más tarde en una segunda observación; es decir un total de cuatro veces para calcular la variabilidad inter e intraobservador. Los casos donde existió discrepancia se estudiaron nuevamente en conjunto y se consensuaron los resultados finales.

Además de la historia clínica de Ortodoncia a cada paciente se le llenó el Formulario, confeccionado al efecto (Anexo 9), teniendo en cuenta el Instructivo (Anexo 10).

Radiografía de la mano izquierda (figura 3):



Figura 3 Radiografía de la mano izquierda.

La radiografía de la mano izquierda (figura 3) se realizó con las mismas regulaciones que las utilizadas en el estudio nacional de crecimiento y desarrollo humano en Cuba, realizado por Jordán y colaboradores (23). La radiografía se tomó de la mano y el carpo izquierdos, con la palma de la mano del sujeto colocada hacia abajo en contacto con el chasis, manteniendo el eje del dedo medio alineado con el antebrazo. El sujeto se situó de manera tal que la mano, antebrazo, brazo y hombro quedaron en el mismo plano horizontal, los dedos estaban ligeramente separados y el pulgar en posición cómoda en su ángulo natural de rotación de unos  $30^0$  con relación al índice. El foco se centró por encima de la cabeza del tercer metacarpiano, con una distancia tubo- placa de 76 cm. o 30 pulgadas.

El equipo de rayos X fue estandarizado con las siguientes especificaciones: milamperaje: 100 mA; Kilovoltaje: 52/55 Kv y miliamperaje por segundo: 2.5mA/s.

Los voltajes fueron de un rango de 52 a 55 Kv. (en dependencia del paciente). El tiempo de exposición fue de 0.025 segundos.

Se utilizó una película radiográfica Geabert ultrarrápida de 18 x 24 cm., chasis con pantallas intensificadoras ultrarrápidas de 18 x 24 cm.

La mesa de rayos X fue protegida con plomo y se le añadió un delantal emplomado al borde para colocarlo en el regazo del individuo y proteger las gónadas de la radiación.

El revelado se ejecutó buscando contrastes bajos (revelado blando).

Las radiografías de la mano izquierda y el revelado de las mismas, fueron realizados en el Departamento de Radiología del Hospital Pediátrico Docente de Centro Habana por el mismo técnico, el cual fue previamente entrenado en la realización de las mismas.

Para determinar la edad ósea a través del método TW2 (76):

El análisis de la radiografía se realizó sobre un negatoscopio fijo usando un compás para medir el tamaño óseo. Se colocó la radiografía con el pulgar a la derecha y se comenzó a examinar los huesos de la mano en el orden siguiente: radio, cúbito, metacarpianos I, III y V, falanges proximales I, III y V, falanges medias III y V y falanges distales I, III y V. Se buscaron los estadios de maduración de cada hueso auxiliándonos de las descripciones e ilustraciones del método TW2 (76) (Anexo 4.1).

Una vez establecido el estadio de maduración de los 13 huesos y la puntuación que le correspondía según el sexo, se sumaron las puntuaciones obtenidas y el resultado se hizo coincidir con las tablas de puntuaciones según sexo, para la población cubana (24) (Anexo 4.2) determinando así la edad ósea, la cual se reflejó en el Formulario creado para este fin (Anexo 9), siguiendo la metodología descrita en el instructivo (Anexo 10).

Para determinar los estadios de maduración esquelética a través del método de Grave y Brown (4, 29, 103):

El análisis de las radiografías se realizó sobre un negatoscopio fijo, usando un compás y el esquema de maduración esquelética de Grave y Brown (4, 29, 103) (Anexo 5). Se colocó la radiografía con el pulgar a la derecha y se comenzaron a examinar los huesos de la mano y muñeca buscando las características de cada estadio según la relación entre la epífisis y la diáfisis.

Una vez establecido el estadio de maduración, se reflejó en el Formulario creado para este fin (Anexo 9), siguiendo la metodología descrita en el instructivo (Anexo 10).

Telerradiografía lateral de cráneo (figura 4):



Figura 4 Vértabras cervicales visualizadas en la telerradiografía lateral de cráneo.

Se realizó una telerradiografía lateral de cráneo: donde el haz de rayos incidió perpendicularmente al plano medio sagital de la cabeza del paciente, la cual se orientó en el espacio como un cuerpo sólido mediante tres planos o ejes que confluían en el centro; el vertical, el sagital y el transversal. Se colocó un dispositivo en la sutura frontomaxilar con el objetivo de mantener fija la posición y se marcó el Plano de Frankfurt paralelo al horizonte, tomándose como referencia el piso, por medio de dos vástagos (olivas) introducidos en los conductos auditivos y un indicador del punto infraorbitario.

Se le indicó al paciente que ocluyera en máximo contacto y que no podía deglutir en el momento de la exposición, además de que mantuviera su mirada a un punto fijo.

Se evitaron las posiciones incorrectas, ya que como refieren Hassel y Farman (43), provocan distorsiones que a veces inutilizan las radiografías.

El rayo central pasó a través del conducto auditivo externo, manteniéndose la misma distancia focal al plano medio sagital de la cabeza.

Se utilizó el equipo de Ortopantomografía u Ortopantomógrafo con brazo adicional para telerradiografía de marca SIEMENS; el brazo de desplazamiento vertical guardó una distancia media de 1,5 metros entre el foco y la película.

La calibración del equipo fue de 120 v / 15mA / seg.

Los voltajes fueron de un rango de 70 a 75 Kv. (de acuerdo a las características anatómicas de la cabeza del paciente). El tiempo de exposición fue de 3,2 a 5,0 segundos (en dependencia también del paciente).

Se utilizó una película radiográfica AGFA ultrarrápida de 18 x 24 cm., chasis con pantallas intensificadoras ultrarrápidas de 18 x 24 cm. y el proceso de revelado fue por el método de visión directa (104).

Las telerradiografías laterales de cráneo y su revelado fueron realizados en el Departamento de Radiología de la Facultad de Estomatología del ISCM-Habana por el mismo técnico, el cual fue previamente entrenado en la realización de las mismas.

Para determinar los estadios de maduración de las vértebras cervicales a través del método de Hassel y Farman (43,30):

El análisis de la telerradiografía se realizó sobre un negatoscopio fijo donde se dibujaron en papel de calco los cuerpos de la segunda vértebra cervical (proceso odontoide del Axis) de la tercera (C3) y de la cuarta (C4) (Figura 5) y se determinaron sus estadios de maduración por comparación según el esquema de maduración de Hassel y Farman (43, 30) (Anexo 7). Una vez establecido el

estadio de maduración, se reflejó en el Formulario creado para este fin (Anexo 9), siguiendo la metodología descrita en el instructivo (Anexo 10).

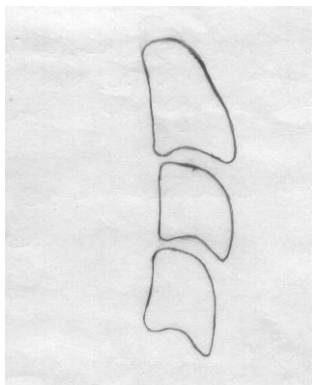


Figura 5 Trazado para el cálculo del estadio de maduración de las vértebras cervicales.

Radiografías periapicales del incisivo central mandibular izquierdo hasta el segundo molar mandibular izquierdo (Figura 6):



Figura 6 Radiografías periapicales del incisivo central mandibular izquierdo hasta el segundo molar mandibular izquierdo.

Las mismas se hicieron cumpliendo los siguientes requisitos:

A partir de la posición ocular previa, donde se le indicó al paciente que mirara al frente y se trazó una línea imaginaria bipupilar paralela al piso. La cabeza del paciente se inclinó ligeramente hacia atrás y se trazó una línea imaginaria desde la comisura labial al trago, la cual fue paralela al piso, obteniendo de esta forma la posición II de la cabeza. Una vez que se colocó la cabeza en posición II, se introdujo en la boca el paquete dental radiográfico, el cual se colocó en sentido vertical y por lingual de central, lateral, y canino mandibulares izquierdos y en sentido horizontal por lingual de premolares y molares mandibulares izquierdos. Se utilizó el método digital para el sostén del paquete dental radiográfico.

El rayo central se ubicó 1cm. por encima del borde inferior de la mandíbula a nivel del central, lateral, canino, bicúspides y molares, con una angulación de  $-20^{\circ}$  para central, lateral y canino,  $-10^{\circ}$  para bicúspides y  $-5^{\circ}$  para los molares, y un tiempo de exposición de 0,5 seg.

Se utilizó un equipo de rayos X marca Reter y películas dentales estándar de 41x31 mm., marca Kodak. La calibración del equipo fue de 110 v / 10 mA / seg.

El proceso de revelado fue por el método de visión directa (104).

Radiografía Panorámica (Figura 7):





Figura 7 Radiografía Panorámica.

En los casos que se hizo una radiografía panorámica, la misma se realizó con el paciente de pie frente al equipo, de manera tal que el mentón se apoyara normalmente sobre un aditamento, denominado apoya mentón y mordiendo un posicionador, garantizando con esta posición que el plano de Frankfurt quedara paralelo al piso. La cabeza del paciente fue fijada a través de las olivas colocadas en la región frontal.

Se utilizó el equipo de Ortopantomografía u Ortopantomógrafo marca SIEMENS; con una calibración de 120 v / 15 mA / seg y un tiempo de exposición de 16 seg.

Se utilizó una película radiográfica AGFA ultrarrápida de 12 x 30 cm., chasis curvo con pantallas intensificadoras ultrarrápidas de 12 x 30 cm. y el proceso de revelado fue por el método de visión directa (104).

Las radiografías periapicales y la panorámica, así como su revelado, se realizaron en el Departamento de Radiología de la Facultad de Estomatología del ISCM- Habana por el mismo técnico de rayos X, previamente entrenado en la realización de las mismas.

Para determinar la edad ósea y los estadios de maduración del canino y del segundo premolar mandibulares izquierdos a través del método de Demirjian y colaboradores (45, 5, 103).

El análisis de las radiografías se realizó sobre un negatoscopio fijo, por simple observación. Se determinó el grado de calcificación de los dientes mandibulares izquierdos según los estadios de calcificación, propuestos por Demirjian (45, 5, 103) (Anexo 5.1), se buscó en la tabla de acuerdo al sexo del paciente la puntuación de cada diente, según su estadio de desarrollo (Anexo 5.2), se sumaron los diferentes puntos, lo cual dio el valor de madurez dental del paciente. El valor de madurez dental calculado se convirtió directamente en la edad ósea, con ayuda de la tabla de conversión propuesta por este mismo autor (45, 5, 103) (Anexo 5.3). La edad ósea se reflejó en el Formulario creado para este fin (Anexo 9) y siguiendo la metodología descrita en el instructivo (Anexo 10).

En cada método de evaluación, se realizaron controles de la calidad de las observaciones, por expertos miembros del equipo de investigación de este proyecto.

Para determinar los estadios de maduración esquelética de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda:

En una hoja de papel de tamaño Carta (21,59 cm. x 27,94 cm.), a una distancia de 10 cm. del margen superior y a 10 cm. del margen izquierdo, se trazó el contorno de una película dental estándar de 41x31 mm., marca Kodak y se recortó por el área trazada, quedando una apertura en el papel con las dimensiones de la película dental (Anexo 11).

Se colocó la hoja de papel previamente recortada sobre las radiografías de la mano izquierda de los 150 pacientes estudiados, se hizo coincidir la apertura del papel sobre la unión entre la falange media y la falange proximal del tercer dedo y se colocó sobre un negatoscopio fijo (Anexo 11).

El análisis de la radiografía se realizó usando un compás para medir el tamaño óseo en la falange media y se clasificó el estadio de maduración del A al E, según la clasificación propuesta por Toledo (Anexo 8) (4).

Con este procedimiento fue posible ubicar a cada paciente evaluado en un estadio de maduración de la falange media del tercer dedo, el mismo fue realizado por la investigadora principal y por un especialista en Ortodoncia, miembro del equipo de investigación, en dos oportunidades diferentes para calcular la variabilidad intra e interobservador.

Una vez establecido el estadio de maduración de la falange media del tercer dedo, se reflejó en el Formulario creado para este fin (Anexo 9), siguiendo la metodología descrita en el instructivo (Anexo 10).

## 2.7 Técnicas y procedimientos de elaboración y análisis:

La información se almacenó en una base de datos automatizada en el sistema Excel, del paquete Office 2003 sobre Windows XP profesional. Para el procesamiento de los resultados se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS versión 11.5 y STATISTICA versión 6.1.

Para calcular la variabilidad intra e interobservador en los métodos estudiados, se aplicó el coeficiente Kappa (105).

Para cumplimentar el objetivo 1:

Se construyeron distribuciones de frecuencias de las variables a estudiar de acuerdo con la escala de medición.

Se utilizaron el porcentaje como medida de resumen para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas la media aritmética como medida resumen y la desviación estándar como medida de variación (106).

Para cumplimentar el objetivo 2:

Se calculó el grado de asociación entre las variables cuantitativas mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson (105) y el grado de asociación entre las variables en escalas ordinales mediante el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (105).

Para cumplimentar el objetivo 3:

Se determinó si existían diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos en el cálculo de la edad ósea por los métodos de TW2 y Demirjian, por medio de pruebas de rangos con signos de Wilcoxon (105) para muestras apareadas en escalas ordinales.

Se determinó la correlación y la regresión (105) entre la edad ósea calculada por el método TW2 y la calculada por el de Demirjian en ambos sexos.

Para calcular la concordancia entre los resultados obtenidos en los métodos estudiados, se aplicó el coeficiente Kappa (105).

En todas las pruebas estadísticas utilizadas, el nivel de significación empleado fue de 0.05.

Los resultados fueron presentados en forma resumida en tablas y gráficos diseñados al efecto (Anexo 12).

El informe final se elaboró a través del procesador de texto Word.

## **CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**



En el presente capítulo se presentan los principales resultados, derivados de las investigaciones realizadas, respondiendo a los objetivos trazados, contiene el análisis de 24 tablas y 16 Gráficos (ver Anexo 12 Tablas y Gráficos).

Para cumplimentar los objetivos 1, 2 y 3.

Para el análisis de la variabilidad intra e interobservador, se evaluó su concordancia respecto a los métodos estudiados mediante un índice Kappa. Con relación a la variabilidad intraobservador, es decir, el nivel de discrepancia con respecto a las valoraciones de un mismo observador, al cabo de tres semanas no existieron discrepancias, en los cinco métodos evaluados, siendo la concordancia de 1,000 en los 150 casos, en cada uno de los métodos. Con relación a la variabilidad interobservador, es decir, el nivel de discrepancia con respecto a las valoraciones entre los dos observadores, no existieron discrepancias entre estos, en los métodos TW2, Grave y Brown, y en la determinación del estadio de maduración de la falange media del tercer dedo, siendo la concordancia de 1,000 en los 150 casos, para estos tres métodos. En los métodos de Hassel y Farman, y Demirjian la concordancia fue de 0,966 y 0,992 respectivamente, en los 150 casos, por lo que las evaluaciones realizadas por los dos observadores fueron altamente coincidentes.

Los casos donde existieron discrepancias interobservador fueron evaluados de nuevo para consensuar los resultados finales. Estos resultados se muestran a continuación:

3.1.1 Determinación según sexo y edad cronológica de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.



3.2 Identificación de la relación existente entre la edad ósea y: la edad cronológica, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

La tabla 1 (figura 36) muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea calculada por el método TW2, según grupos de edades en el sexo femenino, se encontró que en los grupos de edades que estaban entre los 8,00 y los 12,99 años y de 15.00 a 16.99 años, la edad ósea fue mayor que la cronológica, siendo menor en los restantes grupos de edades. El coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (TW2) y la cronológica presentó un valor de 0,977; lo cual evidenció una correlación positiva muy fuerte, siendo altamente significativa ( $p < 0,010$ ).

La tabla 2 (figura 37) muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea calculada por el método TW2 según grupos de edades en el sexo masculino, se encontró que en los grupos de edades que estaban entre los 8,00 y los 12,99 años, la edad ósea fue menor que la cronológica, siendo mayor a partir de los 13,00 años. El coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (TW2) y la cronológica presentó un valor de 0,983; lo cual evidenció una correlación positiva muy fuerte, siendo altamente significativa ( $p < 0,010$ ).

La tabla 3 (figura 38) muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea calculada por el método de Demirjian según grupos de edades en el sexo femenino, se encontró que con excepción del grupo de edad entre los 9,00 y 9,99 años la edad ósea calculada a través del desarrollo dental (Demirjian) fue mayor que la cronológica. El coeficiente de correlación

lineal de Pearson entre la edad ósea (Demirjian) y la cronológica presentó un valor de 0,969; lo cual evidenció una correlación positiva muy fuerte, siendo altamente significativa ( $p<0,010$ ).

La tabla 4 (figura 39) muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea calculada por el método de Demirjian según grupos de edades en el sexo masculino, se encontró que en los grupos de edades de los 8,00 a 9,99; 11,00 a 11,99 y 13,00 a 15,99 años, la edad ósea calculada a través del desarrollo dental (Demirjian) fue mayor que la cronológica, siendo menor en los restantes grupos. El coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (Demirjian) y la cronológica presentó un valor de 0,968, lo cual evidenció una correlación positiva muy fuerte, siendo altamente significativa ( $p<0,010$ ).

La tabla 5 muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de maduración esquelética y sexo, se encontró que en cada estadio de maduración los promedios de la edad cronológica fueron menores en el sexo femenino que en el masculino. Con relación a la edad ósea calculada por el método TW2, en el sexo femenino los promedios de la misma fueron superiores a los de la edad cronológica, en todos los estadios estudiados, sin embargo, en el sexo masculino la edad ósea superó a la cronológica en los estadios 4, 5, 6 y 8. Los estadios 4 y 5, que son los de mayor significación clínica, se correspondieron con las edades cronológicas de 11,35 y 11,77 años en el sexo femenino y 13,76 y 13,82 años en el masculino y con las edades óseas de 11,78 y 12,34 años en el sexo femenino y de 14,20 y 14,57 años en el masculino. Se observó que las hembras se encontraban más adelantadas en sus estadios de maduración que los varones y que los estadios avanzaban a medida que aumentaba la edad cronológica y la edad ósea de los pacientes, en ambos sexos. El coeficiente de correlación de rangos de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración esquelética presentó un valor de 0,855 en el sexo femenino y 0,903 en el masculino, por lo que ambos sexos mostraron

una correlación positiva, siendo muy significativa ( $p < 0,010$ ). En la muestra estudiada no se encontraron pacientes en el estadio 9.

La tabla 6 muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de maduración de las vértebras cervicales y sexo, se encontró que en todos los estadios de maduración, el promedio de la edad cronológica fue menor en el sexo femenino que en el masculino. Con relación a la edad ósea, calculada por el método TW2, en el sexo femenino el promedio de la misma fue mayor que el de la cronológica en todos los estadios, mientras que, en el sexo masculino la edad ósea superó a la cronológica, solamente en los estadios 3 y 5. Los estadios 2 y 3, que son los de mayor significación clínica, se correspondieron con las edades cronológicas de 11,63 y 11,91 años en el sexo femenino y 13,13 y 14,27 años en el masculino y con las edades óseas de 11,71 y 12,31 años en el sexo femenino y de 13,05 y 14,70 años en el masculino. Se observó que los estadios avanzaban a medida que aumentaba la edad cronológica y la edad ósea de los pacientes. El coeficiente de correlación de rangos de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración de las vértebras cervicales presentó un valor de 0.847 en el sexo femenino y 0.910 en el masculino, por lo que ambos sexos mostraron una correlación positiva, siendo muy significativa ( $p < 0,010$ ). En la muestra estudiada no se encontraron pacientes en el estadio 6.

La tabla 7 muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea según estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo y sexo, se encontró que en los estadios de calcificación F, G y H, el promedio de la edad cronológica fue menor en el sexo femenino que en el masculino. Entre las hembras ninguna paciente se encontró en el estadio E y la edad ósea fue mayor que la cronológica en los estadios analizados. En el sexo masculino la edad ósea fue mayor que la cronológica en los estadios G y H. Se observó que los estadios avanzaban a

medida que aumentaba la edad cronológica y la edad ósea de los pacientes. El coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo presentó un valor de 0,812 en el sexo femenino y 0,850 en el masculino, por lo que ambos sexos mostraron una correlación positiva, siendo muy significativa ( $p < 0,010$ ). En la muestra estudiada no se encontraron pacientes con estadios inferiores al E para este diente.

La tabla 8 muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea según estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo y sexo, se encontró que en todos los estadios de calcificación, el promedio de la edad cronológica fue menor en el sexo femenino que en el masculino. Entre las hembras la edad ósea fue mayor que la cronológica en los estadios E, F y G, mientras que, entre los varones la edad ósea fue mayor que la cronológica en los estadios G y H. Se observó que los estadios avanzaban a medida que aumentaba la edad cronológica y la edad ósea de los pacientes. El coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo presentó un valor de 0,912 en el sexo femenino y 0,897 en el masculino, por lo que ambos sexos mostraron una correlación positiva, siendo muy significativa ( $p < 0,010$ ). En la muestra estudiada no se encontraron pacientes con estadios inferiores al E para este diente.

La tabla 9 muestra el promedio y la desviación estándar de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de maduración de la falange media del tercer dedo y sexo, se encontró que en todos los estadios de maduración los promedios de la edad cronológica fueron menores en el sexo femenino que en el masculino. En el sexo femenino la edad ósea superó a la cronológica en todos los estadios y en el masculino en los estadios B, C y E. El estadio C (estadio de capuchón) ocurrió a la edad cronológica de 11,77 años y a la ósea de 12,34 años, con una desviación estándar de 1,18 y 0,99 años respectivamente en las féminas, mientras que en los varones, fue a los 13,82

años y 14,57 años, con una desviación estándar de 1,13 y 0,72 años respectivamente. Se observó que las hembras se encontraban más adelantadas en sus estadios de maduración que los varones. El coeficiente de correlación de rangos de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo presentó un valor de 0,888 en el sexo femenino y 0,921 en el masculino, por lo que ambos sexos mostraron una correlación positiva, siendo muy significativa ( $p < 0,010$ ).

3.1.2 Determinación según menarquia de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

La tabla 10 muestra el promedio y la desviación estándar de la edad de aparición de la menarquia, la edad cronológica, la edad ósea calculada por el método TW2 y la edad ósea calculada por el método de Demirjian, en pacientes femeninas con menarquia según grupos de edades. Se observó que los promedios de la edad ósea calculada por los dos métodos, fueron superiores a los de la edad cronológica en todos los grupos de edades, existiendo mayores diferencias en la edad ósea calculada por el método de Demirjian de los 13,00 a los 14,99 años. No se encontraron pacientes con menarquia en los otros grupos de edades analizados. El promedio de la edad de aparición de la menarquia en esta muestra fue de 12,00 años con una desviación estándar de 1,00 año ( $n = 30$ ).

La tabla 11 muestra los estadios de maduración esquelética en pacientes femeninas con menarquia según grupos de edades, no se presentaron pacientes con menarquia, en estadios inferiores al 5. Se observó un aumento de los valores en los estadios 6 (20,00 %) y 8 (60,00 %).

La tabla 12 muestra los estadios de maduración de las vértebras cervicales en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades, no se encontraron pacientes en el estadio 1. Se observó que los mayores por cientos de pacientes con menarquia estaban en los estadios 4 (26,67) y 5 (43,33) de las vértebras cervicales.

La tabla 13 muestra los estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades. No se encontraron pacientes en estadios inferiores al F. Se observó que el mayor por ciento de pacientes con menarquia estaba en el estadio de calcificación H del segundo premolar mandibular izquierdo (73,33).

En la muestra analizada todas las pacientes que presentaban la menarquia se encontraban en el estadio H de calcificación del canino mandibular izquierdo, representando el 100 % en todos los grupos de edades.

La tabla 14 muestra los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades, no se encontraron pacientes en estadios inferiores al C. Se observó que el mayor por ciento de pacientes con menarquia estaba en el estadio de E (60,00) de maduración de la falange media del tercer dedo.

### 3.3 Identificación de la concordancia entre los métodos estudiados.

La tabla 15 (figura 40) muestra el promedio y la desviación estándar de la edad ósea calculada por el método TW2 y por el de Demirjian, en el sexo femenino, se observó que en los grupos de edades de 9,00 a 9,99 y de 12,00 a 12,99 años los promedios de la edad ósea calculada por el método TW2 fueron superiores a los de la edad ósea calculada por el método de Demirjian. En los grupos de edades restantes los promedios de la edad ósea calculada a través de la mano y el carpo (TW2) fueron inferiores a los calculados a través del desarrollo dental (Demirjian). Se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon para analizar la diferencia entre las medias obtenidas entre estos dos métodos, siendo muy significativas las diferencias en los grupos de edades de 9,00 a 9,99 y de 11,00 a 11,99 años (\*\*p <0,010) y significativas de los 13,00 a los 13,99 años (\*p <0.050).

El coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea calculada por el método TW2 y la calculada por el de Demirjian (figura 41) presentó un valor de 0,828; lo cual evidenció una correlación positiva alta, que fue muy significativa (p<0,010); siendo la ecuación de regresión en el sexo femenino:  $\text{Edad Ósea TW2} = 3,4675 + 0,67867 \times \text{Edad Ósea Demirjian}$ .

La tabla 16 (figura 42) muestra el promedio y la desviación estándar de la edad ósea calculada por el método TW2 y por el de Demirjian, en el sexo masculino, se observó que de los 8.00 a los 15.99 años los promedios de la edad ósea calculada a través del desarrollo dental (Demirjian) fueron superiores a los calculados a través de la mano y el carpo (TW2). Se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon para analizar la diferencia entre las medias obtenidas entre estos dos métodos, siendo significativas las diferencias en los grupos de edades de 13,00 a 13,99 y de 15,00 a 15,99 años (\*p <0.050) y muy significativas de 10,00 a 10,99 y de 14,00 a 14,99 años (\*\*p <0,010).

El coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea calculada por el método TW2 y la calculada por el de Demirjian (figura 43) presentó un valor de 0,957; lo cual evidenció una

correlación positiva alta, que fue muy significativa ( $p < 0,010$ ); siendo la ecuación de regresión en el sexo masculino:  $\text{Edad Ósea TW2} = -0,1269 + 0,97834 \times \text{Edad Ósea Demirjian}$ .

La tabla 17 (figura 44) muestra los por cientos de pacientes femeninas según los estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de las vértebras cervicales, se encontró que en los estadios de maduración esquelética 1 y 2 los mayores por cientos se encontraban en el estadio 1 de maduración de las vértebras cervicales (100 y 62,50 respectivamente); en los estadios 3 y 4 el 100% se encontraban en el estadio 2 de las vértebras; en el estadio 5 el mayor por ciento estaba en el 3 (66,67), en el 6 el mayor por ciento estaba en el 4 (66,67) y en los estadios 7 y 8 los mayores por cientos estaban en el estadio 5 de las vértebras cervicales (100 y 61,11 respectivamente). El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de maduración de las vértebras cervicales, presentó un valor de 0,828; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 18 (figura 45) muestra los por cientos de pacientes masculinos según los estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de las vértebras cervicales, se encontró que en los estadios de maduración esquelética 1, 2 y 3 los mayores por cientos se encontraban en el estadio 1 de maduración de las vértebras cervicales (100, 90,91 y 83,33 respectivamente); en el estadio 4 el 100 % se encontraban en el estadio 2 de las vértebras; en el estadio 5 el mayor por ciento estaba en el 3 (90,00) , en el 6 el 100 % estaba en el 4 y en los estadios 7 y 8 el 100 % estaba en el estadio 5 de las vértebras cervicales. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de maduración de las vértebras cervicales, presentó un valor de 0,767; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 19 (figura 46) muestra los por cientos de pacientes femeninas según los estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo, se encontró



que en los estadios de maduración esquelética 1, 2 y 3 los mayores por cientos se encontraban en el estadio F de calcificación del canino mandibular izquierdo (100,00; 100,00 y 80,00 respectivamente); en el estadio 4 existían igual cantidad de pacientes en los estados de calcificación F y G (50,00 %); en el 5 el mayor por ciento se encontraba en el estadio G de calcificación del canino (73,33); y en los estadios 6, 7 y 8 el 100,00 % de los pacientes estaban en el estadio H de calcificación del canino. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo, presentó un valor de 0,810; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 20 (figura 47) muestra los por cientos de pacientes masculinos según los estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo, se encontró que en los estadios de maduración esquelética 1, 2, 3 y 4 los mayores por cientos se encontraban en el estadio F de calcificación del canino mandibular izquierdo (86,67; 100,00; 83,33 y 100,00 respectivamente); en el estadio 5 el 100,00 % se encontraba en el estadio G de calcificación del canino y en los estadios 6, 7 y 8 el 100,00 % de los pacientes estaban en el estadio H de calcificación del canino. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo, presentó un valor de 0,913; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 21 (figura 48) muestra los por cientos de pacientes femeninas según los estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo; se encontró que en los estadios de maduración esquelética 1 y 3 los mayores por cientos se encontraban en el estadio E de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo (83,33 y 70,00 respectivamente); en el estadio 2 existían igual cantidad de pacientes en los estados de calcificación E y F (50,00 %); en el 4 el mayor por ciento se encontraba en el estadio F de

calcificación del premolar (75,00); en el 5 el mayor por ciento se encontraba en el estadio G (73,34); en los estadios 6 y 8 los mayores por cientos se encontraban en el estadio H (66,67 y 77,78 respectivamente); y en el estadio 7 el 100,00 % de los pacientes estaban en el estadio H. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo, presentó un valor de 0,817; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 22 (figura 49) muestra los por cientos de pacientes masculinos según los estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo, se encontró que en los estadios de maduración esquelética 1, 2, y 3 los mayores por cientos se encontraban en el estadio E de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo (93,33; 63,64 y 83,34 respectivamente); en el estadio 4 el 100,00 % se encontraba en el estadio F de calcificación del segundo premolar; en los estadios 5 y 6 los mayores por cientos se encontraba en el estadio G de calcificación (75,00 en ambos); y en los estadios 7 y 8 el 100,00 % de los pacientes estaban en el estadio H. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo, presentó un valor de 0,771; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 23 (figura 50) muestra los por cientos de pacientes femeninas según los estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, se encontró que en el estadio de maduración esquelética 1 el 100,00 % se encontraba en el estadio A de maduración de la falange media del tercer dedo; en los estadios 2, 3 y 4 el 100% se encontraban en el estadio B de la falange; en el estadio 5 el 100 % estaba en el C; en el 6 y el 7 el 100,00% estaba en el estadio D y en el estadio 8 el 100,00% estaba en el estadio E de la falange. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de

maduración de la falange media del tercer dedo, presentó un valor de 1,000 lo cual evidenció una concordancia perfecta, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

La tabla 24 (figura 51) muestra los por cientos de pacientes masculinos según los estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, se encontró que en el estadio de maduración esquelética 1 el 100,00 % se encontraba en el estadio A de maduración de la falange media del tercer dedo; en los estadios 2, 3 y 4 el 100% se encontraban en el estadio B de la falange; en el estadio 5 el 100 % estaba en el C; en el 6 el mayor por ciento estaba en el D (75,00); en el 7 el 100,00% estaba en el estadio D y en el estadio 8 el 100,00% estaba en el estadio E de la falange. El coeficiente de concordancia Kappa entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, presentó un valor de 0,964; lo cual evidenció una alta concordancia, siendo muy significativa ( $p < 0.010$ ).

## **CAPÍTULO IV DISCUSIÓN**

En este capítulo, se discuten los resultados más importantes y se comparan con los resultados de otras investigaciones, con fundamentaciones a partir de la bibliografía revisada.

Para cumplimentar los objetivos 1, 2 y 3.

Con relación a la variabilidad intra e interobservador nuestros resultados fueron totalmente coincidentes en los métodos que emplearon la radiografía de la mano izquierda (TW2, Grave y Brown y determinación del estadio de maduración de la falange media del tercer dedo) y altamente coincidentes en el método de Demirjian y en el de Hassel y Farman. De la Torre Santos y colaboradores (107) realizan un estudio en España, con el objetivo de evaluar la variabilidad intra e interobservador en relación con el método TW2, encontrando una alta concordancia entre dos observadores independientes (0,88) y por un mismo observador en tiempos distantes (0,88). Mourelle Martínez (78) en su estudio encuentra una concordancia alta (0,986) para el método de Demirjian entre las valoraciones realizadas por dos jueces y para las valoraciones de la maduración de las vértebras cervicales, utiliza un análisis de correlación donde obtiene valoraciones casi coincidentes ( $r = 0,950$ ). La autora considera que los resultados se deben al entrenamiento previo de los investigadores en cada uno de los métodos de evaluación estudiados. Con relación a la variabilidad intraobservador e interobservador en el análisis del estadio de maduración de la falange media del tercer dedo, existió coincidencia entre las cuatro observaciones realizadas. Leite y colaboradores (56) en su estudio analizan los tres primeros dedos y encuentran una alta correlación entre las observaciones realizadas por un mismo observador (0,92). La autora considera que los resultados se deben a la simplificación de este método, ya que en el mismo solo se analizan los cambios a nivel de una sola falange.

4.1.1 Determinación según sexo y edad cronológica de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

4.2 Identificación de la relación existente entre la edad ósea y: la edad cronológica, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo .

En la muestra analizada, para el cálculo del método TW2 en este estudio se aplicaron los patrones de maduración ósea de la población cubana (24). Autores como Wenzel y Mensel (108) expresan que, debido a la variación entre poblaciones por razones étnicas y socioeconómicas, una mayor semejanza entre la edad ósea y la cronológica sólo puede esperarse si la población en estudio es similar a la utilizada para desarrollar el método original. Por estas razones en varias poblaciones se han desarrollado patrones propios de maduración ósea para el método TW2, un ejemplo es el Método TW2-Aragón (TW2-A) (109), el cual es una adaptación del conocido TW2 cuya aplicación a la población de Aragón en los últimos años ha permitido observar que, con igual edad cronológica, la edad ósea de los niños aragoneses no es superponible con la edad ósea de los estudiados en el método original TW2.

En la muestra estudiada, la edad ósea de los pacientes calculada a través del método TW2, no coincidió con la edad cronológica. Estos resultados coinciden con los de Malavé y Rojas (77) quienes plantean que la edad cronológica, no es un buen indicador del nivel de maduración ósea de un individuo; estos investigadores (77) publican un artículo acerca del

análisis de la edad ósea calculada a través de la radiografía de la mano izquierda, encontrando que en los pacientes estudiados la edad ósea no coincide con la cronológica y que el nivel de maduración ósea, ayuda a determinar cuál es el tipo de tratamiento que se debe aplicar y cuál es el momento más oportuno para realizarlo. También González y Landeta (103) plantean que la edad cronológica no es un indicador de maduración adecuado y que la edad ósea calculada mediante el uso de la radiografía carpal o radiografía de la mano, proporciona la información necesaria para determinar alteraciones en el crecimiento del niño.

En la muestra analizada, en los grupos de edades en los que la edad ósea fue mayor que la cronológica, los resultados difieren de los de Tineo y colaboradores (85) quienes realizan un estudio en una muestra de treinta escolares del estado Zulia en Venezuela, encontrando que la edad ósea fue 0,5 años menor que la edad cronológica real.

Sin embargo, Abreu Suárez y colaboradores (25) realizan un estudio transversal en 180 niños asmáticos de uno y otro sexos, entre 7 y 15 años de edad, atendidos en la consulta externa del Hospital Pediátrico Docente de Centro Habana, en los que predominaban los grados moderado y grave de la enfermedad, con el objetivo de evaluar la repercusión del asma sobre el crecimiento y la maduración ósea. En los pacientes evalúan la talla para la edad y la comparan con el pronóstico de talla de acuerdo con la de sus padres y con la talla esperada, según la distribución de Gauss y la edad ósea la determinan mediante el método TW2. Estos autores (25), encuentran que no existe afectación de la talla y que la edad ósea se corresponde a la edad cronológica así como a la talla, lo cual relacionan fundamentalmente con la duración de la terapia esteroidea, que no fue de más de 5 meses en ninguno de los pacientes y a que no valoran el factor racial, a pesar de que en la

composición étnica de nuestra población es numerosa la ascendencia negroide, que se caracteriza por tener una maduración ósea acelerada.

Con relación al coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea calculada por el método TW2 y la edad cronológica sus valores mostraron una correlación positiva muy fuerte (0,977 en las hembras y 0,983 en los varones), altamente significativas ( $p < 0,010$ ); estos valores fueron superiores a los de Tineo y colaboradores (85) quienes obtienen en su estudio un valor de 0,918 independientemente del sexo. Cañete Estrada y Suanes Cabello (110) obtienen coeficientes de correlación altos entre la edad cronológica y la edad ósea por el método TW2 ( $r = 0,924$ ) y plantean que la correlación entre la maduración ósea expresada como edad ósea y la edad cronológica varía según el método de valoración de la maduración utilizado, lo cual coincide con Tristán Fernández y colaboradores (111).

En la muestra analizada, la edad ósea de los pacientes calculada a través del desarrollo dental no coincidió con la edad cronológica. Estos resultados coinciden con los de Gutiérrez Muñoz y colaboradores (14) y González y Landeta (103) quienes plantean que la edad dental al igual que la edad ósea, actúa como un índice de maduración biológica, mediante la evaluación de la erupción y grado de formación de los gérmenes dentarios a través de una radiografía panorámica.

En la muestra estudiada, en los grupos de edades en los que la edad ósea calculada a través del desarrollo dental fue mayor que la cronológica, los resultados concuerdan con los obtenidos en el estado de Zulia, Venezuela (85), donde encuentran una sobrestimación de 0,9 años de la edad dental con respecto a la edad cronológica. Machado Martínez y colaboradores (54) también encuentran una tendencia al adelanto en el desarrollo dentario en relación con la edad cronológica. Davidson y Rodd (112) comparan la edad dental con la cronológica en somalíes y



blancos caucásicos en Sheffield, correlacionando sus datos con el género y el grupo étnico y reportan que los somalíes son significativamente más avanzados en el desarrollo dental que los caucásicos, señalando la necesidad de desarrollar estándares específicos para la población, donde se ha de aplicar el método de Demirjian. Nykanen y colaboradores (113) estudian la validez del método de Demirjian, en una población de 261 niños noruegos con edades entre los 5,5 y 12,5 años y reportan una discrepancia entre la edad estimada y la edad cronológica real, con una diferencia media de 0,17 a 0,33 años en los niños y 0,02 a 0,48 años en las niñas. También encuentran que esta discrepancia es más pronunciada en las hembras a los 9,5 años y en los varones a los 12,5 años. En estudios realizados en la India para determinar si los patrones estándar de la madurez dental dados por Demirjian eran aplicables a los niños de Davangere y para evaluar la relación entre la edad dentaria obtenida y la edad ósea, en una muestra de 151 niños sanos de edades entre 6 y 15 años, encuentran que los niños de Davangere fueron dentalmente más avanzados, por lo que la edad dentaria obtenida fue diferente a la edad ósea. En este caso concluyen que el método de Demirjian de la maduración dental no es aplicable a los niños de Davangere (114). Bolanos y colaboradores (91) realizan un estudio para determinar la estimación exacta de la edad cronológica utilizando un pequeño número de dientes seleccionados, para este propósito el método indicado fue el de Nolla, donde estudian 374 radiografías, 195 de niños (con edades promedio de 8.59 años) y 179 niñas (con edades promedio de 8.75 años). Se analizan las variables que están representando las etapas de calcificación a través de un modelo de regresión lineal y consideran la edad del paciente como una variable dependiente, encontrando que la predicción fue más exacta para los niños y niñas por debajo de los 10 años, utilizando los dientes 21, 43, y 46 en los niños y los dientes 21, 46 y 47 en las niñas.

En estudios forenses sobre identificación de los restos óseos se le da mucha validez a la estimación de la edad dental, basándose en la información fidedigna que nos entrega los estadios de la calcificación y erupción dentaria, observados en las radiografías periapicales; a través de estas se evidencia y estudia la secuencia de erupción y calcificación de las piezas dentarias, confirmando que son patrones claves y confiables para la estimación de la edad biológica en restos óseos humanos, permitiendo establecer la identificación de la víctima (115).

Con relación al coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea calculada por el método de Demirjian y la edad cronológica sus valores mostraron una correlación positiva muy fuerte (0,969 en las hembras y 0,968 en los varones), siendo altamente significativos ( $p < 0,010$ ); estos valores fueron superiores a los de Toribio Suárez y colaboradores (53) quienes realizan un estudio en pacientes cubanos de ambos sexos con edades comprendidas entre los 15 y los 24 años de edad, a los cuales se les habían extraído los terceros molares superiores e inferiores, el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson fue 0,75 por lo que concluyen que los resultados matemáticos muestran una asociación directamente proporcional entre los estadios de calcificación (edad biológica) de los terceros molares y la edad cronológica de los individuos, lo cual es de gran utilidad para ser aplicados como método de trabajo en la práctica de identificación forense y en las investigaciones de crecimiento y desarrollo. Tineo y colaboradores (85) también obtienen valores inferiores a los nuestros siendo de 0,929 independientemente del sexo, aunque son superiores a los del estudio de Mourelle Martínez (78), quien encuentra una correlación de 0,843 entre la maduración dentaria y la edad cronológica. Machado Martínez y colaboradores (54) realizan un estudio longitudinal cuya muestra de estudio estaba conformada por niños con bajo peso debido a malnutrición fetal, en el Hospital

Ginecobstétrico Docente Provincial "Mariana Grajales" de la ciudad de Santa Clara, entre los años 1990 y 1993, con edades en el momento de realizar el estudio entre 6 y 8 años, y un grupo control de igual cantidad de niños con crecimiento y desarrollo normal, donde encuentran un valor  $r$  de 0,903 en los niños malnutridos y 0,947 en los niños no afectados (grupo control), por lo que concluyen que la edad dentaria se comportó estadísticamente menor en el grupo con bajo peso al nacer, por lo que la valoración que se haga de la madurez biológica a partir de la edad dentaria está influenciada por la malnutrición fetal.

En los cinco métodos de estudio de la maduración analizados, se encontró que las hembras maduraban antes que los varones de su misma edad. Estos resultados coinciden con estudios realizados por Grave y Townsend (116), Demirjian y colaboradores (117) y Liversidge y Speechly (118); quienes encuentran que, las hembras maduran más tempranamente que los varones, lo cual es importante considerar en la evaluación general del paciente ortodóncico. Jiménez Hernández y colaboradores (20) encuentran que las niñas poseen un mayor ritmo de maduración ósea desde el nacimiento hasta la adultez en relación con los varones. Fiani (5) plantea que la progresión de la maduración presenta diferencias sexuales, las niñas tienen una edad ósea más adelantada para la edad cronológica en comparación con los varones, influyendo también patrones genéticos, raciales y otros (68, 119, 120).

En la muestra estudiada las hembras alcanzaron más temprano los estadios de maduración esquelética 4 y 5 (relacionados con la aceleración y el brote máximo de crecimiento puberal respectivamente); en comparación con los varones. Estos resultados coinciden con otros estudios realizados sobre crecimiento y desarrollo humano (31, 120, 121). García Arredondo y colaboradores (122) realizan un estudio comparativo de crecimiento y desarrollo general y

craneofacial, en dos poblaciones diferentes de Colombia donde encuentran que con relación a los estadios de osificación, las mujeres en las dos poblaciones alcanzan más temprano el estadio I de osificación, en comparación con los hombres.

En este estudio la aceleración del crecimiento puberal (estadio de maduración esquelética 4), ocurrió a la edad cronológica de 11,35 años, con una desviación estándar de 1,71 años; mientras que, en el sexo masculino fue de 13,76 años, con una desviación estándar de 0,80 años. Estos resultados nos muestran que no existieron en la muestra pacientes con pubertad precoz, la cual consiste en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios antes de los 10 años en el varón y de los 8 en las niñas (123, 124) aunque Hernán García y colaboradores (125) y Valdivia (126) consideran para el varón antes de la edad de 9 años. Fiani (5) refiere que por lo general, el brote de crecimiento puberal se inicia en las niñas, entre los 10 y 12 años, y en los varones, entre los 12 y 14 años, con un margen de variación de 3 a 6 años, nuestros resultados coinciden con lo planteado por Fiani (5). Toledo (4) plantea que el inició de la osificación del sesamoideo abductor ocurre 6 meses después del inicio de la aceleración del crecimiento puberal y que las primeras señales de osificación aparecen entre los 10 y 12 años en el sexo femenino y entre 12 y 15 en el sexo masculino, nuestros resultados también coinciden con lo planteado por Toledo (4).

En esta muestra la aceleración del crecimiento puberal, (estadio de maduración esquelética 4), ocurrió a la edad ósea de 11,78 años, con una desviación estándar de 1,18 años; mientras que, en el sexo masculino fue de 14,20 años, con una desviación estándar de 0,14 años. Cattani (72) refiere que existe un grado de correlación entre el inicio de la pubertad y el grado de maduración ósea y que la pubertad se suele iniciar cuando se alcanza una edad ósea de 10,5 a 11 años en la niña y 11,5 a 12 años en el varón. Nuestros resultados coinciden con lo planteado por Cattani (72) en las pacientes femeninas.

En la muestra estudiada existió una correlación positiva, muy significativa ( $p < 0,010$ ) entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración esquelética en ambos sexos ( $\rho = 0,855$  para las hembras y  $\rho = 0,903$  para los varones). Estos resultados coinciden con otros estudios realizados (37). Moore y colaboradores (127) realizan un estudio para evaluar la relevancia de la radiografía de la mano-muñeca en el crecimiento craneofacial y en la ortodoncia clínica, encontrando que los indicadores de la altura y la maduración del esqueleto en ambos sexos están significativamente relacionados.

En el análisis del método de Hassel y Farman se encontró que durante la pubertad, el cambio de forma de las vértebras cervicales, no tenía ninguna diferencia entre el varón y la hembra, lo cual coincide con los autores creadores de este método (43), los cuales plantean que no existen diferencias morfológicas entre los estadios presentes en hembras y varones. Sin embargo, en este trabajo encontramos diferencias en las edades en las que se alcanzaron los estadios 2 y 3, siendo en el sexo femenino antes que en el masculino (11,63 y 11,91 años y 13,13 y 14,27 años respectivamente), estos resultados coinciden con los publicados por García Fernández y colaboradores (128), quienes encuentran que los indicadores de las vértebras cervicales eran los mismos para varones y hembras, pero que estas desarrollaban los cambios más tempranamente. Franchi y colaboradores (129) encuentran que en el estadio 3, la edad individual de los pacientes varía en las hembras de los 8 años y 6 meses hasta la edad de 11 años y 5 meses, mientras que en los varones iba de los 10 a los 14 años de edad. Calzada León y colaboradores (119) atribuyen esta diferencia entre sexos a que las niñas maduran o comienzan el estirón puberal antes que los varones. Estos resultados son semejantes a estudios precedentes realizados en otros países como en China (130) donde se encuentra que el período de rápido crecimiento de las vértebras cervicales está entre los 12 y 14 años para las niñas y los 14 y 15 en los niños.

En la muestra estudiada existió una correlación positiva, muy significativa ( $p < 0,010$ ) entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración de las vértebras cervicales, en ambos sexos ( $\rho = 0,847$  para las hembras y  $\rho = 0,910$  para los varones). Estos resultados coinciden con otros estudios realizados: San Román y colaboradores(35) realizan un estudio en una muestra de 958 niños españoles (428 varones y 530 niñas), con edades medias de 11,6 en los niños y 11,5 en niñas; con el objetivo de determinar la validez de la valoración radiográfica de la maduración mediante las vértebras cervicales, donde encuentran coeficientes de correlación estadísticamente significativos entre los valores de la maduración esquelética y la maduración vertebral. Mourelle Martínez (78) en su estudio encuentra una correlación significativa entre el incremento de las medidas vertebrales verticales y el aumento de la edad cronológica.

En la muestra estudiada los coeficientes de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos mostraron correlaciones positivas, muy significativas ( $p < 0,010$ ). En el canino fue mayor el coeficiente de correlación en el sexo masculino (0,850) y en el premolar fue mayor el coeficiente de correlación en el sexo femenino (0,912). Estos valores de correlación entre la madurez esquelética y la dental son mayores que los encontrados por otros autores: Sahin Saglan y colaboradores (46) realizan una investigación sobre la relación existente entre la madurez dentaria y la esquelética, para ver si es posible evaluar la madurez esquelética mediante la madurez dentaria, en una muestra de 422 niños (276 niños y 146 niñas, con edades de 91 a 168 meses), donde utilizan radiografías de la muñeca y mano izquierda y radiografías periapicales y panorámicas previas al tratamiento, encontrando en el análisis del orden de correlación de Spearman, en los niños, un valor  $\rho$

de 0.588 entre el nivel de madurez esquelética y los primeros premolares inferiores y 0.800 entre el nivel de madurez esquelética y la estatura del cuerpo; y en las niñas un valor rho de 0.474 entre el nivel de madurez esquelética y el canino superior y 0.761 entre el nivel de madurez esquelética y la estatura del cuerpo. Estos autores (46) concluyen que la relación entre la madurez dentaria y la esquelética no es suficiente para que se utilice la madurez dentaria como un sustituto de la madurez esquelética.

Sin embargo, Coutinho y colaboradores (51) realizan un estudio en 200 niños y 215 niñas, donde analizan las radiografías de la muñeca y las panorámicas con el objetivo de determinar estadísticamente la relación entre la calcificación del canino mandibular y la maduración esquelética. La edad ósea fue determinada mediante radiografías de la muñeca de acuerdo con el método descrito por Greulich y Pyle mientras que el desarrollo del canino mandibular fue evaluado de acuerdo con los estudios de Demirjian sobre calcificación dental. Estos autores (51) encuentran una correlación bastante alta entre las etapas de calcificación del canino mandibular y la maduración esquelética en un rango de 0,53 a 0,85 y concluyen que la calcificación canina pudiera servir como una herramienta útil para evaluar la maduración del esqueleto y la madurez somática en los niños.

Ossa Salazar y colaboradores (94) realizan un estudio en 45 sujetos de ambos sexos, con edades entre los 8 y los 15 años, con el propósito de establecer una correlación entre la calcificación dentaria y la maduración esquelética, para lo cual realizan radiografías periapicales del canino y segundo molar inferior y radiografías del dedo medio de la mano derecha, encontrando altas correlaciones entre los indicadores de calcificación dental y los de crecimiento óseo, por lo que concluyen que la calcificación dentaria puede estar regida por los mismos factores que rigen el

comportamiento de crecimiento óseo y que una radiografía periapical puede ser un buen coadyuvante de la evaluación del crecimiento prepuberal.

Krailassiri y colaboradores (49) realizan un estudio en el 2002 para investigar la relación que existe entre la etapa de calcificación de varios dientes y la etapa de madurez esquelética entre los individuos tailandeses, en una muestra de 139 niños y 222 niñas, con una fluctuación variable de las edades desde los 7 a los 19 años. Evalúan el desarrollo de los caninos mandibulares, los segundos premolares y terceros molares de acuerdo al sistema de Demirjian, en radiografías periapicales y panorámicas y determinan las etapas de la edad esquelética a partir de la radiografía de la mano y muñeca. El estudio determina una relación significativa entre las etapas de calcificación dental y las etapas de madurez esquelética. El segundo premolar fue el diente que muestra la más alta correlación y el tercer molar demuestra la correlación más baja de todas, lo cual es similar a lo encontrado por Basaran y colaboradores (131), quienes realizan un estudio en 590 pacientes con el objetivo de investigar la relación entre las etapas de calcificación dental y los estadios de maduración de las vértebras cervicales y concluyen que la maduración dental puede ser utilizada como un indicador fiable del crecimiento facial.

San Román y colaboradores (95) realizan un estudio con el objetivo de comprobar si los estadios de maduración dentaria que se observan en la ortopantomografía, pueden utilizarse para determinar el nivel de maduración ósea del paciente. La muestra estaba constituida por 958 niños españoles de edades comprendidas entre 5 y 18 años, a los que les realizan una radiografía de la mano y muñeca para valorar los estadios de maduración esquelética según la clasificación de Grave y Brown y una ortopantomografía, para determinar el nivel de desarrollo dentario de caninos, premolares, segundos y terceros molares inferiores, según la clasificación de Nolla. Ellos (95) concluyen que la relación entre el desarrollo dentario, siempre que se estudie el desarrollo de



cada diente por separado, y la maduración ósea valorada en la radiografía de muñeca, es elevada en varones, y en hembras, siendo evidente en el segundo molar inferior derecho y que debido a la variabilidad individual que presenta la maduración dentaria debe utilizarse con cautela en la evaluación de la madurez ósea.

Mourelle Martínez (78) realiza un estudio en una muestra de 203 pacientes (117 niñas y 86 niños) con edades entre 2 y 9 años, con una edad media de 6 años y 10 meses, donde encuentra una correlación positiva alta, entre el desarrollo del primer molar y la edad cronológica.

En el análisis de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo se encontró que las hembras se encontraban más adelantadas en sus estadios de maduración que los varones. Estos resultados se corresponden con los obtenidos en los otros métodos analizados en esta investigación y coinciden con los de Hägg y Taranger (10-12) quienes encuentran que, las hembras maduran más tempranamente, lo cual es importante considerar en la planificación del tratamiento ortodóncico.

Con relación a la edad en que se alcanzó el estadio C, los resultados obtenidos son similares a los encontrados en el análisis de la mano izquierda por el método de Grave y Brown y también coinciden con lo planteado por Fiani (5), la cual refiere que por lo general, el brote de crecimiento puberal se inicia en las niñas, entre los 10 y 12 años, y en los varones, entre los 12 y 14 años, con un margen de variación de 3 a 6 años, por lo que nuestros resultados se corresponden con las edades planteadas por esta autora (5) y con lo encontrado en el análisis de la mano izquierda que fue realizado en esta investigación.

En la muestra estudiada el coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo mostró correlaciones positivas,

muy significativas ( $p < 0,010$ ); en ambos sexos (0,888 en el femenino y 0,921 en el masculino). Estos resultados coinciden con otros estudios que analizan la maduración ósea a través del desarrollo de las falanges: Leite y colaboradores (56) realizan un estudio longitudinal, a través del cual valoran la edad esquelética analizando el primero, segundo y tercer dedos de la mano, en una muestra de radiografías de 19 varones y 20 hembras cuyas radiografías de la mano-muñeca anuales se habían tomado de los 10 a los 16 años para las muchachas y de 12 a 18 años para los varones y encuentran que aunque existen diferencias entre el análisis de la mano total y el de los tres dedos, el método de los tres dedos nunca se desvía del de la mano-muñeca por más de 2.89 meses para los varones con una desviación mínima de 0.32 meses y para las hembras, la desviación máxima fue de 4.45 meses con un mínimo de 1.55 meses. Además encuentran que las desviaciones máximas ocurren durante el tiempo de fusión de las epífisis con las diáfisis cuando el crecimiento está acercándose a su finalización y por consiguiente no son de importancia clínica. Estos autores (56) concluyen que la ventaja del uso del método de los tres dedos es que pueden incorporarse en la radiografía cefalométrica lateral, eliminando así la necesidad de otras radiografías.

Shigemi Goto y colaboradores (57) realizan un estudio en el que analizan la osificación de la falange distal del primer dedo como un indicador de madurez para la iniciación del tratamiento ortodóncico en 2 mujeres japonesas con maloclusión de Clase III, donde concluyen que la determinación de las fases de maduración esquelética de la falange distal del primer dedo, puede ser un método clínico rápido y útil, para evaluar el potencial de crecimiento residual en los casos de Clase III.

Rossi y colaboradores (58) realizan un estudio en 72 pacientes femeninas con edades comprendidas entre 8 y 13 años de edad, donde analizan la falange proximal del primer dedo y

encuentran que en las pacientes que estaban en el estadio epifisiario C, estaban próximas al pico de velocidad máxima de crecimiento puberal.

4.1.2 Determinación según menarquia de: la edad ósea, los estadios de maduración esquelética, los estadios de maduración de las vértebras cervicales, los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

En la muestra analizada existían 30 pacientes, en las cuales había aparecido la menarquia, las cuales se encontraban: en estadios de maduración esquelética mayores que 4, en estadios de maduración de las vértebras cervicales mayores que 1, en el estadio H de calcificación del canino mandibular izquierdo y en estadios superiores al E para el segundo premolar mandibular izquierdo y superiores al B para la falange media del tercer dedo. El promedio de la edad cronológica en estas pacientes fue de 13,83 años, con una desviación estándar de 1,42 años, el de la edad ósea calculada a través de la mano izquierda (TW2) fue 13,87 años, con una desviación estándar de 1,45 años y 14,86 años con una desviación estándar de 1,46 años, para la edad ósea calculada a través del desarrollo dental (Demirjian). La edad media de aparición de la menarquia en esta muestra fue de 12,00 años con una desviación estándar de 1,00 año; lo que coincide con la edad de aparición de la menarquia del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo de nuestro país (14), en el cual las edades de aparición oscilan entre los 10,5 y los 15,5 años; estos resultados también corroboran que no existieron en la muestra pacientes con pubertad precoz (124, 125).

En el método de Grave y Brown nuestros resultados son similares a los encontrados por Ströher y colaboradores (132). Björk y Helm (9) realizan un estudio longitudinal en 52 niños (32 varones y 20 hembras), donde encuentran que el sesamoideo se osifica generalmente un año antes del pico máximo de crecimiento puberal, y que la menarquia en las niñas ocurre un año o dos después de dicho pico. Toledo (4) refiere que el momento de la menarquia ocurre relacionado con el inicio de la unión epifisaria en las falanges distales. Demirjian y colaboradores (117) realizan un estudio en 50 muchachas franco-canadienses para determinar las relaciones mutuas entre cinco medidas de madurez fisiológica: la menarquia, la velocidad de altura máxima, el 75% de madurez en el esqueleto, la aparición del sesamoideo cubital, y el 90% de desarrollo dental, donde encuentran que la madurez esquelética, somática, y sexual probablemente se interrelacionan por un mecanismo de control común lo cual permite evaluar bien el estado de desarrollo de una persona y hacer las predicciones futuras.

Hääg y Taranger (12) realizan un estudio longitudinal para determinar la asociación entre los indicadores de maduración y el brote de crecimiento puberal en 212 niños suecos, los cuales fueron examinados una vez por año y los exámenes comprendieron datos de la altura, erupción del diente, desarrollo puberal y una radiografía de la mano y muñeca derecha. Para evaluar el desarrollo puberal utilizan indicadores convenientes en el contexto ortodóncico: la menarquia en las muchachas y el cambio de voz en los muchachos, ellos concluyen que el desarrollo dental, evaluado por medio de las fases de la erupción dental, no es útil como un indicador del brote de crecimiento puberal y que el pico y el final, pero no el inicio del brote de crecimiento podrían determinarse por medio de indicadores tomados del desarrollo del esqueleto de la mano y muñeca y del desarrollo puberal.

En el método de Hassel y Farman los resultados obtenidos, son similares a los obtenidos por Armond y colaboradores (133). Bujaldón Daza y colaboradores (34), encuentran que la aparición de la menarquia se corresponde con el final del estadio 2 e inicio del 3. Mito y colaboradores (134) establecen que la osificación epifisaria de la apófisis odontoide, que ocurre al final del estadio 2, es equivalente a la aparición del sesamoideo, y concluyen que podría utilizarse como indicador del brote de crecimiento puberal, del mismo modo que se utiliza la aparición de la osificación del hueso sesamoideo en la muñeca.

En relación al estadio de maduración del canino mandibular izquierdo encontrado en las pacientes que presentaban la menarquia (H), nuestros resultados coinciden con los de Valverde Montalva y colaboradores (47) quienes encuentran en su estudio una correlación altamente significativa entre el estadio de calcificación H de los caninos mandibulares y los estadios finales de la curva de crecimiento puberal. Toledo (4) refiere que el momento de la menarquia, indica que faltan aproximadamente 6 meses para el final del brote de crecimiento puberal, es por esta razón que la autora considera que en nuestra muestra lo encontrado coincide con los resultados de Valverde Montalva y colaboradores (47) ya que todas las pacientes que presentaban la menarquia se encontraban en el estadio H para el canino mandibular.

En relación al estadio de maduración del segundo premolar mandibular izquierdo se encontró que el mayor por ciento de pacientes con menarquia estaba en el estadio de calcificación H, nuestros resultados también coinciden con los encontrados por Valverde Montalva y colaboradores (47) quienes encuentran en su estudio una correlación altamente significativa entre el estadio de calcificación H de los segundos premolares mandibulares y los estadios finales de la curva de crecimiento puberal.

En relación al estadio de maduración de la falange media del tercer dedo que presentaban las pacientes con menarquia se encontró que el mayor por ciento estaba en el estadio de maduración E. Estos resultados coinciden con lo planteado por Toledo (4) y con Rossi y colaboradores (58) quienes encuentran que en las pacientes que estaban en los estadios D y E, en general ya había ocurrido la menarquia, y se encontraban en el final del brote de crecimiento puberal.

#### 4.3 Identificación de la concordancia entre los métodos estudiados.

Con relación a la edad ósea calculada por el método TW2 y por el de Demirjian en la muestra estudiada, sus valores medios no coincidieron, siendo las diferencias significativas en algunos grupos de edades. Estos resultados coinciden con los de Koshy y Tandon (135) quienes evalúan la aplicabilidad del método de Demirjian en niños de 5 y 15 años nacidos en el Sur de la India, obteniendo una sobreestimación de 3.04 en los niños y de 2.82 años en las niñas, ellos (135) atribuyen estos resultados a las diferencias étnicas y concluyen que, aunque un método se utilice en una población, su aplicabilidad puede variar debido a las amplias diferencias étnicas entre poblaciones, las cuales pueden influenciar la formación del diente, así como el desarrollo y la erupción, sobre los cuales se basan los parámetros.

Nadler (136) realiza un estudio para determinar si existían diferencias entre la edad dentaria y la maduración, entre los adolescentes tratados en la década de 1970-1979 y aquellos tratados en la década de 1990-1999, en 150 pacientes caucáseos de 8,5 a 14,5 años de edad y que fueron atendidos en una consulta de Ortodoncia entre 1972-1974, seleccionados al azar y otros 150 pacientes de la misma raza y rangos de edades, pero que se trataban entre 1992-1994, donde se clasifica el porcentaje de calcificación de los caninos mandibulares de

acuerdo a los métodos utilizados por Demirjian, utilizando la etapa G para comparar la muestra de 1970 y 1990. Encuentran reducción de la edad dentaria de 1.21 años para los sujetos del sexo masculino y 1.52 años para el sexo femenino y una relación combinada de 1.40 años.

La autora considera que las diferencias entre los valores medios de la edad ósea calculada por los dos métodos (TW2 y Demirjian), las cuales fueron significativas en algunos grupos de edades, pudieran deberse a que en el método TW2 se utilizaron los patrones de maduración ósea de la población cubana (24) y para el método de Demirjian, se aplicaron los puntajes o valores que recomienda el método original (45, 137), por lo cual deberían ajustarse a nuestra población, debido a que como refieren los creadores del método (45) el patrón de desarrollo de los dientes varía mucho entre grupos poblacionales.

Con relación al coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea calculada por el método TW2 y la calculada por el método de Demirjian sus valores mostraron una correlación positiva alta (0,828 en las hembras y 0,957 en los varones), siendo muy significativas ( $p < 0,010$ ).

Como el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson resultó alto se pudo explicar la relación entre las dos variables mediante la ecuación de la recta de regresión (ajustada al diagrama de dispersión) que permitió pronosticar o estimar los valores de la Edad Ósea TW2 a partir de los de la Edad Ósea Demirjian. Esto hace posible prescindir de la radiografía de la mano izquierda en el cálculo de la edad ósea de nuestros pacientes y ajustar los valores de la Edad Ósea calculada a través del desarrollo dental en nuestra muestra a partir de las siguientes fórmulas:

Sexo femenino     $\text{Edad Ósea TW2} = 3,4675 + 0,67867 \times \text{Edad Ósea Demirjian}$

Sexo masculino     $\text{Edad Ósea TW2} = -0,1269 + 0,97834 \times \text{Edad Ósea Demirjian}$

Entre la bibliografía revisada encontramos estudios que realizan análisis de regresión entre las edades ósea, dental y cronológica (53, 54, 78, 85, 138, 139).

En cuanto a la concordancia entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de maduración de las vértebras cervicales, en la muestra estudiada existió una alta concordancia, muy significativa ( $p < 0,010$ ) en ambos sexos (0,828 para las hembras y 0,767 para los varones). Los mayores por cientos de pacientes encontrados en los estadios de maduración de las vértebras cervicales en relación con los estadios de maduración esquelética, se corresponden con lo planteado en la bibliografía revisada (42, 80, 140) siendo mayor la concordancia en el sexo femenino.

García Fernández y colaboradores (128) en su estudio concluyen que no existen diferencias significativas entre la evaluación de la maduración a través de los huesos de la mano y las vértebras cervicales.

Gandini y colaboradores (42) realizan un estudio en 30 pacientes (14 varones y 16 hembras) entre 7 y 18 años de edad, con el objetivo de comparar los análisis de maduración esquelética a través de la mano y la muñeca y de las vértebras cervicales, donde encuentran un coeficiente de concordancia significativo entre las evaluaciones realizadas (0,783  $\pm$  0,098) y concluyen que el análisis de las vértebras cervicales en las telerradiografías laterales de cráneo es tan válido como el de la mano y la muñeca, con la ventaja de reducción de la exposición a radiaciones en los pacientes en crecimiento.

Kamal y colaboradores (140) realizan un estudio en 50 pacientes con criterios de oclusión normal (25 de ambos sexos), con edades comprendidas entre 10 y 12 años, con el objetivo de conocer la validez de los indicadores de maduración de las vértebras cervicales. Sus resultados muestran que



las vértebras cervicales pueden ser usadas con la misma confiabilidad que las radiografías de la mano en la evaluación de la maduración ósea, lo cual evita la necesidad de realizar una radiografía adicional al paciente.

Uysal y colaboradores (37) realizan un estudio en Turquía en 503 pacientes, 213 varones y 290 hembras con el objetivo de determinar la correlación entre el análisis de la maduración a través de las vértebras cervicales visualizadas en las telerradiografías laterales de cráneo y radiografías de la mano en la población de Turquía, donde encuentran coeficientes de correlación altos  $\rho = 0,86$  y concluyen que las etapas de maduración de las vértebras cervicales son clínicamente útiles como indicadores del período de crecimiento puberal.

Grippaudo y colaboradores (80) [encuentran coeficientes de correlación altos, muy significativos \( \$P < 0,001\$ \) en ambos sexos, \(0.84 para las hembras y 0,70 para los varones\), entre el análisis de la maduración a través de la mano y la muñeca y de las vértebras cervicales y concluyen que el análisis de las vértebras cervicales en las telerradiografías laterales de cráneo puede sustituir a la radiografía de la mano y la muñeca en la evaluación de la maduración ósea en el diagnóstico ortodóncico.](#)

Chang y colaboradores (40) realizan una investigación en Taiwán, en una muestra de 503 niños (244 varones y 259 hembras) entre 8 y 18 años. A los cuales les realizan radiografías de la mano y la muñeca y radiografías laterales cefalométricas, en las que calculan: la edad del esqueleto de la mano-muñeca, por el sistema de Fishman y la edad del esqueleto vertebral, según los indicadores de madurez modificados por Lamparski. Estos autores (40) concluyen que la determinación de la edad esquelética durante el período alrededor de la pubertad, teniendo en cuenta los cambios en la maduración de las vértebras cervicales, son confiables, reproducibles y válidos, lo cual también es concluido por Hong Po y colaboradores (41).

Kucukkeles y colaboradores (39) realizan un estudio en Turquía, en una muestra de 180 sujetos que no habían recibido tratamiento ortodóncico (81 varones y 99 hembras) entre 8 y 18 años de edad. En los cuales se analizan las radiografías de la mano y la muñeca, en las que determinan los índices de maduración esquelética y las telerradiografías laterales de cráneo, en las que se determina el índice de maduración de las vértebras cervicales, donde concluyen que la maduración de las vértebras cervicales y la maduración esquelética de la muñeca están significativamente relacionadas.

Vilar Martínez y colaboradores (141) realizan un estudio en 100 niñas entre los 8,6 y 13,9 años donde determinan los estadios de las vértebras cervicales y el grado de maduración de los huesos de la mano y el carpo, encontrando que los resultados de los estadios de desarrollo entre estas dos variables (vértebras cervicales y huesos de la mano) son similares y concluyen que el análisis de la vértebras cervicales permite valorar el crecimiento del individuo.

Pancherz y Szyska (142) realizan un estudio con el objetivo de comparar dos métodos de evaluación de la maduración del esqueleto: el método de Hassel y Farman en las vértebras cervicales y el de Hääg y Taranger en la mano y muñeca. En el análisis de las telerradiografías analizan la tercera vértebra cervical y en el análisis de la radiografía de la mano y muñeca analizan la falange media del tercer dedo y el radio. Estos autores (142) encuentran una alta concordancia entre los resultados de ambos métodos y concluyen que en Ortodoncia el análisis de la tercera vértebra cervical en las telerradiografías laterales de cráneo, podría reemplazar a la radiografía de la mano y la muñeca y reducir la dosis de radiación al paciente.

Carreño Carreño y colaboradores (143) realizan un estudio prospectivo en 42 pacientes (21 por cada sexo), que se encontraban entre las edades de 7 a 18 años donde se valoran los estadios de maduración de las vértebras cervicales, mediante el método de Hassel y Farman

y los estadios de maduración esquelética, según el método de Grave y Brown, donde encuentran que la evaluación de las vértebras cervicales, tiene aplicación clínica, logrando detectar en que pacientes ha ocurrido el brote de crecimiento.

Sin embargo, Leite y colaboradores (56) plantean que aunque el método de las vértebras cervicales fue encontrado como un método válido para evaluar la edad ósea tiene como desventajas que: los indicadores de madurez de las vértebras cervicales sufren cambios muy sutiles a través del tiempo y no son fácilmente visualizados; que la visualización de las vértebras cervicales es difícil más aún si el paciente no tiene una posición derecha durante la toma de la radiografía y que con el uso del protector de radiaciones para el cuello tiroideo, las vértebras cervicales se bloquean.

Bujaldón Daza y colaboradores (34) realizan un estudio preliminar sobre la validez del índice de maduración de las vértebras cervicales como herramienta diagnóstica para la planificación ortodóncica, en 18 pacientes, encontrando que aunque el índice de Hassel y Farman no concuerda totalmente con el índice de Grave y Brown puede ser útil desde el punto de vista clínico. Así mismo, Damian Feres y colaboradores (144) realizan un estudio con el objetivo de avalar la confiabilidad y la correlación entre dos índices de estimación de la maduración esquelética en una muestra de 210 radiografías carpales y telerradiografías laterales de cráneo, de pacientes de ambos sexos, con edades entre 7 y 18 años, donde analizan el índice de maduración carpal y el índice de maduración vertebral. Concluyen que aunque ambos índices mostraron ser confiables para estimar la maduración ósea y existe una correlación entre ambos, el índice de las vértebras cervicales, debe ser usado con cautela.

La autora considera que en pacientes donde se haya realizado una telerradiografía lateral de cráneo, el método de evaluación del potencial de crecimiento puberal, a través de las vértebras cervicales, constituye un método sencillo, económico, útil, de fácil obtención y confiable, siempre que se garantice una posición correcta de la cabeza del paciente en el Cefalostato y se garantice la calidad de la radiografía; pudiendo sustituir a la radiografía de la mano izquierda en especialidades como Ortodoncia y Cirugía Ortognática (145).

Con relación a la concordancia encontrada entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar, en la muestra estudiada existió una alta concordancia, muy significativa ( $p < 0,010$ ) en ambos sexos. Los mayores por cientos de pacientes encontrados en los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos en relación con los estadios de maduración esquelética, se corresponden con lo planteado en la bibliografía revisada (47), siendo mayor la concordancia en el sexo masculino y en el canino.

Estos resultados coinciden otros estudios que analizan la correlación entre los estadios de calcificación dentaria y los estadios de maduración esquelética (48-51).

Coutinho y Buschang (51) encuentran una alta correlación entre los estadios de maduración esquelética y los de calcificación del canino mandibular y que la etapa G para el canino tiene lugar aproximadamente 0.4 años antes del pico de crecimiento para las niñas y 1.3 años antes para los niños.

Ossa Salazar y colaboradores (94) en su estudio encuentran que cuando el canino inferior está en el estadio 9 de Nolla existe un 95.3 por ciento de posibilidades que el sujeto se encuentre en el pico máximo de crecimiento. Así mismo Krailassiri y colaboradores (49) encuentran en su estudio

que el estadio de calcificación F en el canino para ambos sexos, coincide con el estadio de maduración donde la epífisis es igual a la diáfisis en la falange media del tercer dedo, e indica que comienza el período de aceleración del crecimiento.

Rossi y colaboradores (58) encuentran una alta concordancia entre los estadios iniciales de calcificación dentaria y el inicio del brote de crecimiento puberal, entre los estadios intermedios de formación radicular con el pico de velocidad máxima de crecimiento y entre los estadios finales de calcificación con el final del brote de crecimiento puberal.

Valverde Montalva y colaboradores (47) realizan un estudio en 183 pacientes a los cuales les realizan radiografías carpales y panorámicas con el objetivo de determinar el grado de correlación entre los estadios de calcificación dentaria según Demirjian para caninos y segundos premolares mandibulares, y la curva de crecimiento puberal maxilar y mandibular según Fishman, donde encuentran una correlación altamente significativa entre el estadio G de caninos y segundos premolares mandibulares, con el pico máximo de crecimiento puberal maxilar y mandibular en ambos sexos, entre los estadios de calcificación anteriores al G de caninos y segundos premolares mandibulares, con los estadios iniciales de la curva de crecimiento puberal maxilar y mandibular en ambos sexos y entre el estadio de calcificación H de los caninos y segundos premolares mandibulares, con los estadios finales de la curva de crecimiento puberal maxilar y mandibular en ambos sexos y no encuentran dimorfismo sexual entre las correlaciones halladas.

Uysal y colaboradores (97) realizan un estudio en 500 pacientes (215 varones y 285 hembras) con el objetivo de investigar la relación entre las etapas de calcificación de varios dientes y las etapas de maduración esquelética en la población de Turquía, para lo cual realizan radiografías panorámicas, donde evalúan la calcificación de los caninos, premolares y segundos y terceros molares mandibulares izquierdos, por el método de Demirjian y una radiografía de la mano y la

muñeca, donde evalúan los nueve estadios de maduración esquelética según el método de Grave y Brown, encontrando coeficientes de correlación de Spearman en un rango de 0,490 a 0,826 en las hembras y de 0,414 a 0,706 en los varones, muy significativos ( $P < 0.01$ ). En la mayoría de los sujetos de ambos sexos, la formación de la raíz del canino y el primer premolar, se correspondió con el estadio de maduración 5 de Grave y Brown. Estos autores concluyen (97) que debido a los altos coeficientes de correlación encontrados, los estadios de calcificación dental visualizados en una radiografía panorámica pueden ser usados clínicamente, como un indicador de maduración en el período de crecimiento puberal.

Flores-Mir y colaboradores (98) analizan los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda y los estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo, en 280 estudiantes peruanos, hallando una alta correlación entre los estadios de maduración esquelética y los de desarrollo dental.

La autora considera que debido a los altos coeficientes de correlación y de concordancia, entre la edad ósea, los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos, encontrados en esta investigación, en pacientes donde se haya realizado una radiografía panorámica o radiografías periapicales de estos dientes, es posible evaluar el potencial de crecimiento puberal, a través de los estadios de calcificación de los mismos; considerando que: cuando la longitud de la raíz es menor que la altura de la corona (estadios de calcificación inferiores al F), el paciente no ha comenzado el brote de crecimiento puberal, cuando la longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona y el ápice termina en forma de un túnel (estadio F), el paciente inicio el brote de crecimiento puberal, cuando la raíz esta casi completa y el ápice abierto (estadio G), se encuentra en el pico máximo de crecimiento

puberal y que cuando el ápice radicular está completado (estadio H), el paciente se encuentra en los estadios finales del brote de crecimiento puberal.

En cuanto a la concordancia encontrada entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, en la muestra estudiada existió una alta concordancia, muy significativa ( $p < 0,010$ ) en ambos sexos, siendo perfecta en el sexo femenino (1,000). Lo cual coincide con otros estudios realizados: Rajagopal y colaboradores (146) realizan un estudio con el objetivo de determinar la confiabilidad de usar radiografías de la falange media del dedo medio como un indicador de maduración esquelética, en una muestra de 75 niñas y 75 niños, entre los 9 y 17 años de edad; donde comparan los estadios de maduración de las vértebras cervicales, y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo y concluyen que la medición del crecimiento puberal en base a las observaciones de la falange media del tercer dedo observados mediante radiografías estándar, es un método útil y tiene como ventajas: la menor exposición a los rayos X y que no se necesitan equipos de rayos X suplementarios.

Madhu y colaboradores (3) realizan un estudio con el objetivo de obtener un método único y sencillo para determinar la maduración esquelética utilizando los estadios de desarrollo de la falange media del tercer dedo, que se observa en una película radiográfica, tomada con un equipo de rayos X dental convencional; en una muestra de 67 pacientes, 35 varones entre 10 y 18 años de edad y 32 hembras entre 8 y 16 años. A los pacientes les realizan telerradiografías laterales de cráneo y una radiografía de la zona de la falange media del tercer dedo, donde determinan los estadios de maduración de las vértebras cervicales de los pacientes en estadios previos al pico puberal, pacientes que estaban en el pico de crecimiento puberal y pacientes en los que había ocurrido ya el pico de crecimiento puberal y se clasifican los estadios de la falange media del tercer dedo en 3 estadios: pacientes en el período anterior a alcanzar el pico puberal de crecimiento,

pacientes que se encuentran en el período de crecimiento puberal y aquellos pacientes que habían pasado el período de crecimiento puberal. Estos autores (3) encuentran concordancia entre los resultados obtenidos en el análisis de las vértebras cervicales y de la falange media del tercer dedo y concluyen que el análisis de la maduración de la falange media del tercer dedo, es un método alternativo que puede ser utilizado para determinar la maduración esquelética de los niños en crecimiento.

Ozer y colaboradores (59) realizan un estudio en 150 pacientes masculinos, con edades comprendidas entre 9 y 19 años, que se encontraban en tratamiento ortodóncico, con el propósito de determinar la correlación entre el índice de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, para lo cual realizan telerradiografías laterales de cráneo y radiografías de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda, encontrando coeficientes de correlación altos entre los estadios de maduración vertebral y los de la falange, por lo que concluyen que la falange media del tercer dedo puede ser usada en la evaluación de la maduración esquelética de los pacientes. Desde el punto de vista clínico en la planificación de un tratamiento ortodóncico, debemos considerar si el paciente ha comenzado el brote de crecimiento puberal, si esta ocurriendo en ese momento o si ha finalizado (29). Con el análisis de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo, visualizados en una radiografía de 41 x 31 mm., es posible determinar: si el paciente no ha alcanzado el brote de crecimiento puberal (Estadio A), si está próximo o ya comenzó este acontecimiento (Estadio B), si se encuentra en su pico máximo (Estadio C) o si está en la curva descendente de crecimiento puberal (Estadios D y E).

Debido al alto coeficiente de correlación encontrado en esta muestra, entre los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo y la edad ósea en ambos sexos, así como a la alta



concordancia encontrada en este estudio, entre la evaluación de la maduración a través de la mano izquierda y el análisis de la falange media del tercer dedo, la cual fue perfecta en el sexo femenino, y considerando la tendencia actual en Ortodoncia de reducir el número de radiaciones, proponemos dentro del diagnóstico para la evaluación del potencial de crecimiento de los pacientes, la realización de una radiografía de 41 x 31 mm. de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda (Figura 8), con los siguientes requisitos:

Se utilizará una mesa auxiliar, donde se colocará la radiografía de 41x31 mm., con el eje mayor vertical coincidiendo con la misma posición de la falange y con la cara activa de frente al foco. La radiografía se ubicará a nivel de la unión de la falange media y proximal del tercer dedo de la mano izquierda, con el punto de referencia ubicado coincidente con la falange proximal. El foco se centrará en sentido perpendicular a la mesa, con una angulación de 90 °, a una distancia foco película, utilizando cono corto, de 11 cm., con un tiempo de exposición de 0,5 segundo. La calibración del equipo será de 110 volt / 10 mA/ seg.

Se tomarán todas las medidas de protección radiológicas normadas (101) (ver epígrafe de aspectos éticos).

Se utilizará un equipo de rayos X marca Reter y películas dentales estándar de 41x31mm., marca Kodak.

El revelado se ejecutará buscando contrastes bajos (revelado blando).



Figura 8 Radiografía de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda.

La autora considera que en los pacientes en que no sea necesario realizar una telerradiografía lateral de cráneo, la evaluación del potencial de crecimiento, dentro del diagnóstico en Ortodoncia, se puede hacer a través del análisis de los estadios de calcificación del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos o de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda, lo cual aporta los siguientes beneficios:

Beneficio social:

- Constituye un método simplificado que puede ser aplicado en cualquier servicio de Estomatología del país, considerando el alcance social del tratamiento ortodóncico en Cuba.
- Permite el incremento en la mejora continua de la calidad de los servicios de salud, en todos los niveles de atención y en todo tipo de instituciones.
- Facilita la calidad en el diagnóstico, ajustándose a las posibilidades económicas de nuestro medio.
- Permite planificar el tratamiento ortodóncico en dependencia del potencial de crecimiento que presente el paciente, lo que hace más eficiente nuestra terapia.
- Aumenta la calidad del proceso de formación de recursos humanos, por lo cual proponemos su inclusión en el programa de estudios de la Especialidad de Ortodoncia.

#### Beneficio económico:

- Permite mayor eficiencia y disminución de los costos.
- Ahorra recursos materiales de importación (radiografías de la mano, una caja de 100 radiografías, tiene un valor de 45.00 MLC).
- Puede realizarse en el equipo de rayos X dental, por lo que incluye ahorros relativos a la depreciación de los equipos de radiografías y al gasto de electricidad, contribuyendo de esta forma a la Revolución Energética.
- Posibilita un ahorro de tiempo, ya que el examen de la radiografía se realiza en pocos minutos, lo cual contribuye al ahorro de electricidad y en la depreciación del negatoscopio, esto también contribuye con la Revolución Energética.

#### Beneficio medioambiental:

- Debido a que se disminuyen la cantidad de radiaciones a las que están expuestos los pacientes y el personal auxiliar (técnicos en radiología).
- Debido a que se disminuyen la cantidad de radiaciones en el local donde se toma la radiografía.

#### Beneficio tecnológico en los servicios:

- Constituye un método simplificado de estudio del potencial de crecimiento que resulta novedoso en nuestro país, lo cual conlleva al ahorro de recursos de importación.

#### Consideraciones finales:

Los resultados de este estudio prueban la hipótesis planteada y constituyen los resultados finales del proyecto de investigación “Maduración ósea y su relación con el desarrollo dentario en pacientes de Ortodoncia”, el cual pertenece al Programa Ramal: Calidad de Vida del MINSAP,

aportando beneficios sociales, económicos, medioambientales y tecnológicos, con su correspondiente impacto científico.

## **CONCLUSIONES**

- La evaluación del potencial de crecimiento que presentan los pacientes de Ortodoncia puede ser efectuada mediante la realización de:
  - A. Telerradiografía lateral de cráneo donde se visualicen las vértebras cervicales.
  - B. Radiografías periapicales del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos.
  - C. Radiografía de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda.
- En los cinco métodos determinados se encontró que las hembras maduraban antes que los varones de su misma edad, y la mayoría de las pacientes con menarquia estaban en los estadios de maduración más avanzados.
- Existió una correlación positiva alta entre la edad ósea calculada a través del desarrollo dental y a través de la mano izquierda, por lo que en ésta muestra para el cálculo de la edad ósea de los pacientes, se puede sustituir la radiografía de la mano por: una radiografía panorámica o radiografías periapicales de la hemiarcada inferior izquierda.
- Existió una alta correlación y concordancia entre los métodos de determinación del potencial de crecimiento estudiados (mano izquierda, vértebras cervicales, desarrollo dental y falange media del tercer dedo de la mano izquierda).

## RECOMENDACIONES

- Por ser el índice de maduración de las vértebras cervicales un método fácil que se encuentra al alcance del ortodoncista y mediante el cual se ahorran radiografías auxiliares y dosis de rayos X a los pacientes, recomendamos que en los pacientes con las características de la muestra estudiada, cuando se realice una telerradiografía lateral de cráneo en función del diagnóstico, evaluar la maduración ósea a través de las vértebras cervicales.
- Realizar un Estudio Nacional en las Clínicas Estomatológicas, para determinar los patrones de maduración ósea de la población cubana por el método de Demirjian y colaboradores.
- Proponemos el uso de una radiografía periapical del canino y el segundo premolar mandibulares izquierdos o de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda, en los Departamentos de Ortodoncia, para determinar los estadios de calcificación de estos dientes o el estadio de maduración de dicha falange y a través de los mismos, el potencial de crecimiento, en pacientes con las características de la muestra estudiada, sustituyendo la radiografía de la mano, que constituye una radiografía adicional.
- La sustitución de la radiografía de la mano izquierda por alguna de las áreas corporales antes señaladas, permite la realización de las radiografías en el propio servicio de Estomatología, con los beneficios que ello reporta en cuanto a mejor atención del paciente y ahorro de recursos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Peluffo PL. Indicadores de la maduración. Edad ósea y Vértebras cervicales. Rev Odont Interdis 2001; 11(3): 9-15.
2. Quirós Álvarez OJ. Manual de Ortopedia Funcional de los Maxilares y Ortodoncia Interceptiva. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas; 2000. p. 35- 38.
3. Madhu S, Hedge AM, Munshi AK. The developmental stages of the middle phalanx of the third finger (MP3): a sole indicator in assessing the skeletal maturity? J Clin Pediatr Dent 2003; 27 (2): 149-56.
4. Toledo V. Cirugía Ortognática Simplificación del tratamiento Ortodóncico Quirúrgico en Adultos. Caracas: Amorca; 2004. p. 104-112.
5. Fiani E. Indicadores de maduración esquelética. Edad ósea, dental y morfológica. Rev Cub Ortod 1998; 13 (2): 121 – 125.
6. Padrós E, Creus M. Revisión de los métodos para estudiar el crecimiento craneofacial en ortodoncia. Ortod Clínic 2002; 5 (2): 100-116.
7. Geran RG, McNamara JJr, Baccetti T, Franchi L, Shapiro L. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006; 129 (5): 454-62.
8. Nanda R. The rate of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms Am J Orthod Dentofac Orthop 1955; 41: 129 – 141.
9. Björk A, Helm S. Prediction of age of maximum pubertal growth in body height. Angle Orthod 1967; 37(2): 134 – 43.

10. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1982; 82 (4): 299 – 309.
11. Hägg U, Taranger J. Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980; 38: 170 – 86.
12. Hägg U. Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt, *Acta Odontol Scand* 1980; 38: 187 – 200.
13. Ceglia A. Indicadores de maduración de la edad ósea, dental y morfológica. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. [en línea] 2005; URL disponible en: [http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2005/indicadores\\_maduracion\\_edad\\_osea\\_dental\\_morfologica.asp](http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2005/indicadores_maduracion_edad_osea_dental_morfologica.asp) . [consulta: 3 feb 2007].
14. Gutiérrez Muñiz JA, Berdasco Gómez A, Esquivel Lauzurique M, Jiménez Hernández JM, Posada Lima E, Romero del Sol JM, et al. Crecimiento y Desarrollo. En: Colectivo de Autores. *Pediatría*. T1. [en línea]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2006 .p. 27- 58. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/libros\\_texto/pediatrica\\_tomoi/partei\\_cap06.pdf](http://www.bvs.sld.cu/libros_texto/pediatrica_tomoi/partei_cap06.pdf) . [consulta: 14 feb 2007].
15. Paesano PL, Vigone MC, Siragusa V, Chiumello G, DelMaschio A. Mora S. Assessment of skeletal maturation in infants: comparison between two methods in hypothyroid patients. *Pediatr Radiol* 1998; 28: 622-26.
16. Cha KS. Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups. *Angle Orthod* 2003; 73 (1): 2635.

17. Quirós Álvarez OJ. Bases Biomecánicas y Aplicaciones Clínicas en Ortodoncia Interceptiva. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas; 2006. p. 33- 40.
18. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. 2<sup>nd</sup> ed.. London: Oxford University Press; 1959. p. 18- 58, 61, 125, 185- 187.
19. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). 2<sup>nd</sup> ed.. London: Academic Press; 1983. p. 1, 29- 61.
20. Jiménez Hernández JM, Romero del Sol JM, Rubén Quesada M, Barrera Yanes R, Berdasco Gómez A, Jordán Rodríguez J. Estudio de la maduración ósea por sexo y raza. Rev Cub Ped 1986; 58(5): 533-45.
21. Ortega AI, Haiter-Neto F, Bovi Ambrosano GM, Bóscolo FN, Almeida SM, Spinelli Casanova M. Comparison of TW2 and TW3 skeletal age differences in a Brazilian population. J Appl Oral Sci [en línea] 2006; 14(2). URL disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-77572006000200014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572006000200014) . [consulta: 27 sept 2007].
22. Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C, Castañeda de Gómez M, Méndez Castellano H. Atlas de Maduración Ósea del venezolano. An Venez Nutr 2003; 16 (1): 23-30.
23. Jordán RJ. Desarrollo Humano. La Habana: Editorial Científico-Técnica; 1979. p. 46, 90- 93, 237- 238.

24. Jiménez JM, Romero JM, Barrera R, Rúben M, Berdasco A, Jordán J. Patrones de maduración ósea de la población cubana. Ciudad de La Habana: ISCMH; 1987. p. 5- 9, 19- 22, 29- 30, 33- 34.
25. Abreu Suárez G, González Valdés J A, Jordán Rodríguez J, Chiong Molina D, Torriente Valle M. Crecimiento y maduración ósea en niños asmáticos. Rev Cub Aliment Nutr 1995; 9(2): 106-12.
26. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. Angle Orthod 1982; 52: 88-111.
27. Gupta S. Assessment of puberty growth spurt in boys and girls: a dental radiographic method. J Indian Soc Pedod Prev Dent 1995; 13(1): 4 – 9.
28. Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia Maxilar. Diagnóstico. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas, S. A.; 1992. p. 102- 107.
29. Tedaldi J, Calderón R, Mayora L, Quirós O, Farias M, Rondón S, et al. Tratamiento de maloclusiones según el estadio de maduración carpal. Revisión bibliográfica. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría [en línea] 2007; URL disponible en: [http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/tratamiento\\_maloclusiones.asp](http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/tratamiento_maloclusiones.asp) . [consulta: 29 jun 2007].
30. Ortiz M, Godoy S, Fuenmayor D, Farias M, Quirós O, Rondón S, et al. Método de maduración ósea de las vértebras cervicales, en pacientes del Diplomado de Ortodoncia Interceptiva, UGMA-2006. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría [en línea] 2007; URL disponible en:

[http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/maduracion\\_osea\\_vertebrae\\_cervicales.asp](http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/maduracion_osea_vertebrae_cervicales.asp) .

[consulta: 29 jun 2007].

31. Spinelli Casanova M, Ortega AI, Haiter-Neto F, de Almeida SM. Análise comparativa da maturação óssea determinada pelo método de Grave-Brown entre imagens convencionais e digitalizadas. R Dental Press Ortodon Ortop Facial [en línea] 2006; 11(5): 104-109. URL disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/dpress/v11n5/a11v11n5.pdf> . [consulta: 22 jun 2007].
32. Pancherz H, Hägg V. Dentofacial orthopedic in relation to somatic maturation: An analysis of 7 consecutive cases treated with the Herbst appliance. Am J Orthod Dentofac Orthop 1985; 88: 273 – 87.
33. Toledo Mayarí G, Darwish Alwazir S, Otaño Lugo R. Estudio de la maduración ósea por el método de Grave y Brown en pacientes de Ortodoncia. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
34. Bujaldón Daza JM, Rodríguez Argáiz R, Bujaldón Daza AL. Estudio preliminar sobre la validez del índice de maduración de las vértebras cervicales como herramienta diagnóstica en la planificación ortodóncica. RCOE 1998; 3(8): 751-760.
35. San Roman P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. Eur J Orthod 2002; 24: 303-11.
36. Edilmar M, Tavano O, Carvalho IM. As vértebras cervicais como estimadoras do crescimento e desenvolvimento em pacientes portadores de fissura lábio-palatal. Salusvita 2005; 24(1): 11-28.

37. [Uysal T](#), [Ramoglu SI](#), [Basciftci FA](#), [Sari ZA](#). Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? [J Orthod Dentofac Orthop](#) 2006; 130(5): 622-8.
38. Bacetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved versión of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002; 4: 316-23.
39. Kucukkeles N, Acar A, Biren S, Arun T. Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assesement of skeletal maturity. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 1: 47-52.
40. Chang HP, Liao CH, Yang YH, Chang HF, Chen KC. Correlation of cervical vertebra maturation with hand-wrist maturation in children. *Kaohsiung J Med Sci* 2001; 17(1): 29-35.
41. Hong Po C, Chien Hui L, Yi Hsin Y, Hsin Fu C, Kun Chee C. Correlation of cervical vertebra maturation with hand-wrist maturation in children. *J Med Sci* 2001; 17: 29-31.
42. [Gandini P](#), [Mancini M](#), [Andreani F](#). A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. [Angle Orthod](#) 2006; 76(6): 984-9.
43. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 107: 58-66.
44. Toledo Mayarí G, Guzmán Rubín EB, González Piquero G, Otaño Lugo R. Determinación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.

45. Demirjian A, G Oedstein H, Tanner J M. A new System of dental age assesment. Hum Biol 1973; 45: 211-227.
46. Sahin Saglam AM, Gazilerli V. The relationship between dental and skeletal maturity. Orofac Orthop 2002; 63(6): 454-62.
47. Valverde Montalva R, Adriazola Pando M, Meneses López A. Correlación entre estadios de calcificación de caninos y segundas premolares mandibulares con la curva de crecimiento puberal maxilar y mandibular. Rev Estomatol Herediana 2004; 14(1-2): 12-17.
48. Sierra A. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. Angle Orthod 1987; 57(3): 194 – 208.
49. Krailssiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. Angle Orthod 2002; 72(2): 155-66.
50. Lu Y. Relationships between mandibular canine calcification stanges and skeletal maturity. Zhonghua Kov Qiang Yi Xue Za Zhi 1999; 13(2): 94-98.
51. Coutinho S, Bushgang P. Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity Am J Orthod Dentofac Orthop 1993; 104(3): 262 – 8.
52. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid Angle Orthod 1979; 49(4): 282 – 8.
53. Toribio Suárez LR, Castillo López E, Alemán Souz CM. Estimación de la edad por los terceros molares en subadultos y adultos jóvenes. Rev Cub Estomatol 1995; 32(2): 110-14.

54. Machado Martínez M, Bello Pérez A, Véliz Concepción O L. Maduración biológica, su relación con la edad dentaria en niños malnutridos fetales. Rev Cub Estomatol [en línea] 2003; 40 (3). URL disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072003000300003&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072003000300003&lng=es&nrm=iso) . [consulta: 20 dic 2006].
55. Toledo Mayarí G, Camacho Alemán LB, Collado Pereira E, Otaño Lugo R. Determinación de la maduración ósea a través del desarrollo dental en pacientes de ortodoncia. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
56. Leite HR, O'Reilly MT, Close J. Skeletal age assessment with first, second and third fingers. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987; 92: 492-8.
57. Shigemi Goto A, Yamada Miyazawa N. Ossification of the distal phalanx of the first digit as a maturity indicator for initiation of orthodontic treatment of Class III malocclusion in Japanese women. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996; 110: 490-501.
58. Rossi Rowdley R, Sandro Gomes A, Pacheco Thomé MC. Correlação entre estágios de mineralização dos dentes e estimativa da maturação esquelética. Ortodontia 1999; 32 (3):48-58.
59. Ozer T, [Kama JD](#), [Ozer SY](#). A practical method for determining pubertal growth spurt. [Am J Orthod Dentofacial Orthop](#) 2006; 130(2):131-6.
60. Mayoral J, Mayoral G. Ortodoncia: Principios fundamentales y práctica. 6ª ed.. Barcelona: LABOR S.A.; 1990. p. 1- 50.



61. Cannut Brusola JA. Ortodoncia Clínica. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas, S.A.; 1988. p. 69- 94.
62. Proffit WR. Ortodoncia: Teoría y práctica. 2<sup>a</sup> ed.. Madrid: Mosby- Doyma Libros, S. A; 1994. p. 18- 55, 65- 67, 84- 85, 87 -91, 140, 146 -147, 423- 424.
63. Enlow DH. Crecimiento maxilofacial. 3<sup>a</sup> ed.. México: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas; 1992. p. 26- 60.
64. Viasis AD: Atlas de Ortodoncia. Principios y aplicaciones clínicas. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1995. p. 85- 86.
65. Moyers RE. Manual de Ortodoncia. 4<sup>a</sup> ed.. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 1992. p. 6- 17, 68- 69.
66. Fernández Toral J, de Lama Suárez G, Pérez Farrás V. Crecimiento y desarrollo: Parte I: Evaluación de la normalidad. [artículo en línea]. 2001. Disponible en: <http://wellpath.uniovi.es/es/contenidos/seminario/pediatria/temas/html/tema11/clinica.htm>. [consulta: 11 dic 2006].
67. Abreu Suárez G, González Valdés JA. Esteroides y crecimiento. Actualización. Rev Cub Aliment Nutr 1998; 12 (1): 40-5.
68. Posada Lima E, Esquivel Lauzurique M, Rubén Quesada M. Desarrollo sexual por razas. Rev Cub Ped 1988; 60(6): 999-1009.
69. Salazar-Lioggiodice M, Arroyo E, Pérez B. Caracterización antropométrica y maduración ósea de nadadores venezolanos. Inv Clín [en línea] 2006; 47(2). URL disponible en: [http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S0535-51332006006000005&lng=es&nrm=iso](http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0535-51332006006000005&lng=es&nrm=iso) . [consulta: 20 dic 2006]

70. Bishara SE. Ortodoncia. México: Editorial Mc Graw- Hill Interamericana; 2003. p. 32- 55, 70- 86.
71. Agrelo F, Pascual LR, Lobo B, Sabulsky J. Talla final de mujeres de Córdoba, Argentina, y exploración de la tendencia secular (1978-1988). Rev Panam Salud Pública [en línea] 1999; 5 (1). URL disponible en: [http://www.scielo.org/scielo.php?pid=s1020-498919990001000038&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org/scielo.php?pid=s1020-498919990001000038&script=sci_arttext). [consulta: 21 abr 2007].
72. Cattani A. Curso Salud y desarrollo del adolescente. Módulo I: Lección 1. Crecimiento y desarrollo puberal durante la adolescencia. [artículo en línea]. 2003. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/OPS/Curso/Lecciones/Leccion01/MIL1Leccion.html>. [consulta: 11 may 2005].
73. Gayoso Navas A, Toledo Mayarí G, González Espíndola ME, Otaño Lugo R. Estudio de la maduración ósea por el método de Tanner y Whitehouse en pacientes de Ortodoncia. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
74. Recalde Cortes C, López Santomauro D, Palleiro AM. Radiografía de Mano, su valor clínico. CEDDU 1997; VIII (1): 51-67.
75. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, et al. Skeletal maturity and socio-economic status in Portuguese children and youths: the Madeira growth study. Ann Hum Biol 2004; 31(4): 408-20.
76. Jordán J, Berdasco A, Jiménez JM. Maduración ósea. Método TW2. Ciudad de La Habana: ISCMH; 1987. p. 5- 6, 11- 33.

77. Malavé Y, Rojas I. Análisis Carpal como Indicador de Maduración Ósea. Acta Odontol Venez [en línea] 2000; 38 (3): 4-9. URL disponible en: [http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652000000300002&lng=en&nrm=iso](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652000000300002&lng=en&nrm=iso) . [consulta 10 mar 2007].
78. Mourelle Martínez MR. Correlación entre la maduración dentaria e indicadores de crecimiento esquelético en pacientes odontopediátricos. [Tesis para optar por el grado de Doctor]. Madrid: Facultad de Odontología. Universidad Complutense; 2004. [Tesis Doctoral en línea]. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/odo/ucm-t27983.pdf> . [consulta: 21 abr 2007].
79. Sobradillo B. Estudio de la maduración ósea y predicción de la talla adulta. [artículo en línea] 2000. Disponible en: [http://www.comtf.es/pediatría/Congreso\\_AEP\\_2000/Ponencias-htm/Bego%C3%B1a-Sobradillo.htm](http://www.comtf.es/pediatría/Congreso_AEP_2000/Ponencias-htm/Bego%C3%B1a-Sobradillo.htm). [consulta: 11 may 2005].
80. Grippaudo C, Garcovich D, Volpe G, Lajolo C. Comparative evaluation between cervical vertebral morphology and hand-wrist morphology for skeletal maturation assessment. Minerva Stomatol 2006; 55(5):271-80.
81. O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae – A longitudinal cephalometric study. Angle Orthod 1988; 58(2): 179-84.
82. Farías Palafox JA, González Ramírez E. Relación existente entre el tamaño del seno frontal con los estadios de maduración ósea. Rev Odontol Mex [en línea] 2007; 11 (1): 12- 19. URL disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2007/uo071b.pdf> . [consulta 29 jun 2007].
83. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment timing for rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2001; 5: 343-50.

84. Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, Ghiozzi B, Cozza P. The diagnostic performance of chronologic age in the assessment of skeletal maturity. *Prog Orthod* 2006; 7(2):176-88.
85. Tineo F, Espina de Fereira AI, Barrios F, Ortega A, Fereira J. Estimación de la edad cronológica con fines forenses, empleando la edad dental y la edad ósea en niños escolares en Maracaibo, Estado Zulia. Estudio Preliminar. *Acta Odontol Ven* [en línea] 2006; 44 (2). URL disponible en:  
[http://www.actaodontologica.com/ediciones/2006/2/estimacion\\_edad\\_cronologica.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2006/2/estimacion_edad_cronologica.asp) . [consulta: 3 feb 2007].
86. Barbería Leache E. Erupción dentaria. Prevención y tratamiento de sus alteraciones. *Pediatr Integral* 2001; 6(3): 229-240.
87. Arévalo CM, Infante C. Análisis y comparación de cuatro métodos radiográficos para determinar la edad dental (maduración dental) en dientes permanentes. *Inter J Dental Anthropol* 2001; 2: 9-15.
88. Lozada PA, Infante C. Estudio de la maduración dental y edad dental en individuos con ausencia congénita de dientes permanentes comparados con individuos sin ausencia congénita dental. *Inter J Dental Anthropol* 2001; 2: 24-29.
89. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Clin Child* 1960; 27: 254-263.
90. Toribio Suárez LR, Soto Izquierdo H.: La estomatología forense en situaciones de desastres. *Rev Cub Estomatol* [en línea] 1995; 32 (1). URL disponible en:  
[http://bvs.sld.cu/revistas/est/vol32\\_1\\_95/est09195.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/est/vol32_1_95/est09195.htm) . [consulta: 20 dic 2006].

91. Bolaños MV, Manrique MC, Bolaños MJ, Briones MT. Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic Sci Int* 2000; 12(6): 423-8.
92. Prieto Carrero JL, Abenza Rojo JM. Métodos para valorar la edad en el adolescente. *Rev Esp Med Leg* 1998; 22(84-85): 45-50.
93. Garamendi PM, Landa MI, Ballesteros J. Estimación forense entorno a 18 años: Estudio en una población de inmigrantes indocumentados de origen marroquí. *Cuad Med Forense* 2003;(31): 25-35.
94. Ossa Salazar JA, Puerta Salinas AR, Cortés Castaño N. Calcificación dentaria como indicador del crecimiento prepuberal. [Rev Fac Odontol Univ Antioquia](#) 1996; 8(1): 16-21.
95. San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Maduración dentaria como método para valorar el desarrollo del paciente. *Rev Esp Ortod* 2002; 32: 233-9.
96. So Y. Skeletal maturation of the hand and wrist and its correlation with dental development. *Aust Orthod J* 1997; 15:1-9.
97. [Uysal T](#), [Sari Z](#), [Ramoglu SI](#), Basciftci FA. Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. [Angle Orthod](#) 2004; 74(5): 657-64.
98. [Flores-Mir C](#), [Mauricio FR](#), [Orellana MF](#), [Major PW](#). Association between growth stunting with dental development and skeletal maturation stage. [Angle Orthod](#) 2005; 75(6): 935-40.
99. Beldarraín Gómez LE, Beldarraín Chaple E. Apuntes históricos sobre el origen y desarrollo de la protección radiológica en Cuba. *Rev Cub Oncol* 2000; 16(3): 192-7.

100. Alcaz Milán JR. Radiobiología. Ciudad de La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2005. p. 15- 19.
101. Ugarte Suárez JC, Banasco Domínguez J, Ugarte Moreno D. Manual de Imagenología. 2ª ed.. Ciudad de la Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2004. p. 6 - 7.
102. Díaz I, Cabaleiro Z, Valencia V. Temas de Radiología: Material complementario. Ciudad de La Habana: Facultad de Estomatología; 1986. p. 11- 12.
103. González Vázquez EI, Landeta Morales K. Determinación de los niveles de maduración y su aplicación clínica [artículo en línea]. 2005. Disponible en: <http://www.odontologia-online.com/casos/part/IGV/IGV01/igv01.html>. [consulta: 03 feb 2007].
104. Gómez Mattaldi RA. Radiología Odontológica. 3ª reimpresión. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1977. p. 172.
105. Begole EA. Estadística para el ortodoncista. En: Graber TM, Vanarsdall (h) RL. Ortodoncia. Principios generales y Técnicas. 3ª ed.. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2003 .p. 329-342.
106. Bayarre H, Hersford R, Oliva M. Estadística Descriptiva y estadística de Salud. Ciudad de La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2005. p. 33, 45, 55.
107. De la Torre Santos S, Viñuela Rueda B, Alberola López S, Andrés de Llano JM. Variabilidad inter e intraobservador en el estudio de la edad ósea mediante el método TW2-RUS de Tanner. An Pediatr (Barc) [en línea] 2004; 60 (2): 106-167. URL disponible en: <http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.fulltext?pidet=13062604> . [consulta: 3 feb 2007].

108. Wenzel A, Melsen B. Skeletal maturity in 6-16 year old Danish children assessed by the Tanner-Whitehouse 2 method. *Ann Human Biol* 1982; 9(3): 277-81.
109. Dietoterapia en el niño y el adolescente. Tema 5: Maduración Ósea. [en línea]. Aragón: Universidad Zaragoza; 2000. Disponible en: <http://wzar.unizar.es/curso/nutricion/d5.htm> [consulta: 2 feb 2007].
110. Cañete Estrada R, Suanes Cabello A. Evaluación de la maduración ósea mediante mediciones métricas automatizadas. *An Esp Pediatr* [en línea] 2000; 42 (2): 123-131. URL disponible en: <http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.resumen?piden=9610> . [consulta: 3 feb 2007].
111. Tristán Fernández JM, Ruiz Santiago F, Botella López MC, Maroto Benavides R, Jiménez Brobeil S. Análisis de los métodos radiológicos que predicen la edad ósea de los niños desde el punto de vista antropológico. *Antropo* [en línea] 2006; 12: 93-102. URL disponible en: <http://www.didac.ehu.es/antropo/12/12-9/Tristan.htm> . [consulta 10 mar 2007].
112. Davidson L, Rodd R. Interrelationship between dental ages in Somali children. *Community Dent Health* 2001; 18(19): 27-30.
113. Nykanen R, Espeland L, Kvaal SI, Krogstad O. Validity of the Demirjian method for dental age estimation when applied to Noruegan children. *Acta Odontol Scand* 1998; 56(4): 238-44.
114. Prabhakar AR, Panda AK, Raju OS. Applicability of Demirjian's method of age assessment in children of Davangere. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2002; 20(2): 54-62.

115. Goodman NR, Himmelberger LK. Identifying skeletal remains found in a sewer. [J Am Dent Assoc 2004; 135\(5\): 568.](#)
116. Grave K, Townsend G. Cervical vertebral maturation as a predictor of the adolescent growth spurt. *Aust Orthod J* 2003; 19(2): 44-47.
117. Demirjian A, Bushchang PH, Tanguay R, Patterson DK. Interrelationships of measure of somatic, skeletal dental and sexual maturity. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1985; 88: 433- 8.
118. [Liversidge HM](#), [Speechly T](#). Growth of permanent mandibular teeth of British children aged 4 to 9 years. [Ann Hum Biol](#) 2001; 28(3): 256-62.
119. Calzada León R, Ruiz Reyes ML, Altamirano Bustamante N. Características somáticas del proceso puberal. *Acta Pediatr Mex* 2001; 22(3): 210-9.
120. Sasaki M, Montegi E, Soejima U, Nomura M, Kaneko Y, Shimizu T, et. al. Apprasail of bone maturaty age derived from broadband yltrasonic attenuation in Japanese children and adolescents. *Bull Tokyo Dent Coll* 2003; 44 (2): 37-42.
121. Ramos Portocarrero O, Meneses López A .Evaluación de los estadios de maduración esquelética según Fishman en niños de 8 a 16 años de edad del distrito de Tambo de Mora-Chincha. *Rev Estomatol Herediana* 2005; 15 (1): 5-10.
122. García Arredondo JM, Guzmán Zuluaga JC, Tobón Luna OM, Jiménez ID. Estudio comparativo de crecimiento y desarrollo general y craneofacial en dos poblaciones diferentes (Belmira y Damasco). *Rev CES Odontol* 1993; 6(1):33-40.
123. [Schulin-Zeuthen PC](#), [Yamamoto CM](#), [Pires NY](#), [Mayerson BD](#), [Cattani OA](#). Pubertad precoz periférica por tumor ovárico de las células de la granulosa juvenil, con manifestaciones iso y heterosexuales en una niña de 6 años: Report of one case. *Rev*



- Méd Chile [en línea] 2003; 131:71-76. URL disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872003000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872003000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es) . [consulta: 16 dic 2006].
124. Méndez Estrada RO, Valencia ME, Meléndez Torres JM. Edad de la menarquia en adolescentes del noroeste de México. ALAN [en línea] 2006; 56 (2). URL disponible en: [http://www.alanrevista.org/ediciones/2006-2/edad\\_menarquia.asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/2006-2/edad_menarquia.asp) . [consulta: 29 jun 2007].
125. Hernán García B, Ronald Youlton R, Andreína Catanni O, Raquel Burrows. Consenso sobre el diagnóstico y tratamiento de la pubertad precoz central. Rev Med Chile [en línea] 2003; 131: 95-110. URL disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872003000100016&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872003000100016&lng=es&nrm=iso&tlng=es) . [consulta: 16 dic 2006].
126. Valdivia F. Pubertad Precoz: Experiencia en 48 casos. Anales de la Facultad de Medicina UNMSM [en línea] 1997; 58 (2). URL disponible en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/anales/v58\\_n2/pubertad.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/anales/v58_n2/pubertad.htm) . [consulta: 16 dic 2006].
127. Moore RN, Moyer BA, DuBois LM. Skeletal maturation and craniofacial growth. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990; 98: 33-40.
128. García Fernández P, Torres H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. J Clinic Orthod 1998; 32: 221-225.
129. Franchi L, Bacetti T, McNamara JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000; 118:335-40.

130. Zhang Y, Wang B. Observation of cervical vertebral and estimation of their bone age. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 1997; 32 (3): 152-4.
131. Basaran G, Ozer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131(4): 447- 454.
132. Ströher DV, Freitas L, Tavano O. A estimativa do surto de crescimento puberal, por meio do osso sesamóide e da menarca. *Rev ABRO* 2004; 5 (1): 42-46.
133. Armond MC, Castillo JC, Moraes LC. Estimativa do surto de crescimento puberal pela avaliação das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais. *Ortod* 2001; 34(1): 51-60.
134. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002; 122(4): 380-5.
135. Koshy S, Tandon S. Dental age assessment: The applicability of Demirjian's method in South Indian children. *Forensic Sci Int* 1998; 94: 73-85.
136. Nadler GL. Earlier dental maturation: fact or fiction. *Angle Orthod* 1998; 68(6): 535-8.
137. [Liversidge HM](#), [Chaillet N](#), [Mörnstad H](#), [Nyström M](#), [Rowlings K](#), [Taylor J](#), et al. Timing of Demirjian's tooth formation stages. [Ann Hum Biol](#) 2006; 33(4): 454-70.
138. Espina de Ferreira A, Ferreira J, Céspedes M, Barrios F, Ortega A, Maldonado Y. Empleo de la edad dental y la edad ósea para el calculo de la edad cronológica con fines forenses, en niños escolares con valores de talla y peso no acordes con su edad y sexo, en Maracaibo, Estado Zulia. Estudio preliminar. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría* [en línea] 2007; URL disponible en:

[http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/1/empleo\\_edad\\_dental\\_edad\\_osea.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/1/empleo_edad_dental_edad_osea.asp) . [consulta: 29 jun 2007].

139. [Chaillet N](#), [Nyström M](#), [Kataja M](#), [Demirjian A](#). Dental maturity curves in Finnish children: Demirjian's method revisited and polynomial functions for age estimation. [J Forensic Sci](#) 2004; 49 (6): 1324-31.
140. Kamal M, Ragini; Goyal S. Comparative evaluation of hand wrist radiographs with cervical vertebrae for skeletal maturation in 10-12 years old children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2006; 24(3): 127-35.
141. Vilar Martínez T, Casa Botellé F, Serra Majem L. Vértebras cervicales, radiología de la mano y ortopantomografía. Correlación entre desarrollo óseo, vertebral y tercer molar. *Ortod Esp* 1994; 35: 226-40.
142. Pancherz H, Szyska M. Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung der skelettalen und somatischen Reife *Inf Orthod Kieferorthop* [en línea] 2000; 32: 151-161. URL disponible en: <http://www.thieme-connect.com/ejournals/abstract/iok/doi/10.1055/s-2000-4447> . [consulta: 10 mar 2007].
143. Carreño Carreño E, Carreño García, Menéndez Núñez M. Estudio comparativo de la maduración esquelética mediante radiografía de mano y de vértebras cervicales. *Ort Esp* 2000; 40(3): 125-37.
144. Damian Feres M, Woitchunas Fábio E E, Cericato Oro G, Cechinato F, Moro G, Massochin Michele E et al. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* [en línea] 2006; 11 (5): 110-120. URL disponible

en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-4192006000500012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-4192006000500012&lng=en&nrm=iso) . [consulta: 10 mar 2007].

145. Toledo Mayarí G, Otaño Lugo R, Egaña Morales E, Páez Castillo RM. Análisis de la maduración ósea en pacientes de Ortodoncia. II Convención de Ciencias Básicas Médicas Girón 2007. [Póster electrónico en línea] 2007. Disponible en: [http://www.giron.sld.cu/giron\\_2007/posters/poster2\\_archivos/frame.htm](http://www.giron.sld.cu/giron_2007/posters/poster2_archivos/frame.htm) . [consulta: 18 oct 2007].
146. Rajagopal R, Sudhanshu K. A comparison of modified MP3 stages and the cervical vertebrae as growth indicators. J Clin Orthod 2002; 7: 398-406.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Consentimiento Informado.

Consentimiento informado por escrito

Nombre(s) y apellidos del paciente: \_\_\_\_\_

Sexo: F\_\_\_\_ M\_\_\_\_

Edad\_\_\_\_\_

No del individuo\_\_\_\_\_ H.C\_\_\_\_\_

Nombre y Apellidos de la madre, padre, o tutor:

\_\_\_\_\_

No de CI \_\_\_\_\_

Declaro que:

Se me ha solicitado que mi hijo(a) participe en el estudio de referencia durante el cual se le realizarán una radiografía de la mano izquierda, radiografías periapicales de la hemiarcada mandibular izquierda o una radiografía Panorámica y una telerradiografía lateral de cráneo.

Antes de presentar mi consentimiento firmado he sido informado(a) por la autora de dicha investigación Dra. Gladia Toledo Mayarí, acerca de los detalles y metodología con que va ha ser llevado el mismo, así como, las medidas de protección radiológica que se tomarán y que mi colaboración libre y espontánea puede ser suspendida en cualquier momento que lo desee, también se me ha informado que se tomarán todas las medidas apropiadas para que el estudio esté debidamente controlado.

Para la constancia expido el presente en Ciudad de la Habana a los \_\_\_\_\_ días del mes \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Firma del paciente \_\_\_\_\_

Firma del padre \_\_\_\_\_

Firma del investigador \_\_\_\_\_

Anexo 2. Operacionalización de las variables.

## 2.4 Operacionalización de las variables.

Para cumplimentar los objetivos 1, 2 y 3.

Variable	Tipo	Escala	Descripción	Indicador
Edad Cronológica	Cuantitativa continua	Sexo femenino	Se consideró la edad decimal (23): Para su	Promedio y desviación estándar
		8.00-8.99	calculó se restó la fecha	
		9.00-9.99	de nacimiento del niño	
		10.00-10.99	y la fecha del examen. El	
		11.00-11.99	entero fue	
		12.00-12.99	proporcionado por los	
		13.00-13.99	dos últimos dígitos del	
		14.00-14.99	año y la fracción	
		15.00-16.99	decimal se buscó en la	
			tabla de edad decimal.	
			(Anexo 3)	
		Sexo masculino		
		8.00-9.99		
		10.00-10.99		
		11.00-11.99		



		12.00-12.99  13.00-13.99  14.00-14.99  15.00-15.99  16.00-16.99		
Variable	Tipo	Escala	Descripción	Indicador
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica.	Femenino  Masculino	Dada por la diferencia física y constitutiva del hombre y la mujer.	%
Menarquia	Cualitativa,  nominal,  dicotómica	SI o No	Aparición de la primera menstruación	%
Edad de Aparición de la menarquia	Cuantitativa continua	Según los datos aportados por la entrevista realizada a la	Edad de aparición de la primera menstruación	Promedio y desviación estándar

		paciente.		
--	--	-----------	--	--

Variable	Tipo	Escala	Descripción	Indicador
Edad ósea (TW2)	Cuantitativa continua	Se calculó en dependencia de la suma de la puntuación de cada estadio para Radio, Cúbito y Dedos, según los patrones de maduración ósea de la población cubana, por el método TW2 (24).	Anexo 4	Promedio y desviación estándar
Edad ósea (Demirjian)	Cuantitativa continua	Se calculó en dependencia de la suma de la puntuación de cada estadio para cada diente según el método de Demirjian (45).	Anexo 5	Promedio y desviación estándar

Variable	Tipo	Escala	Descripción	Indicador
Estadios de maduración esquelética	Cualitativa  ordinal  politómica	1 al 9	Anexo 6	%
Estadios de maduración de las vértebras cervicales	Cualitativa  ordinal  politómica	1 al 6	Anexo 7	%
Estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo	Cualitativa  ordinal  politómica	C al H	Anexo 5	%
Estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo	Cualitativa  ordinal  politómica	A al H	Anexo 5	%

Variable	Tipo	Escala	Descripción	Indicador
Estadios de maduración de la falange media del tercer dedo	Cualitativa ordinal politómica	A al E	Se clasificó según la relación entre la epífisis y la diáfisis en uno de los siguientes estadios (4):  A. La epífisis tiene menor anchura que la diáfisis.  B. La epífisis tiene la misma anchura que la diáfisis.  C. La epífisis rodea a la diáfisis a modo de capuchón  D. Comienza la fusión entre la epífisis y la diáfisis.  E. Donde la epífisis se osifica con la diáfisis (Anexo 8).	%

### Anexo 3. Tabla de Edad Decimal.

#### Tabla de Edad Decimal

	Ene.	Feb.	Marz.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	496	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

Fuente: Desarrollo Humano (23).



#### Anexo 4. Método de Tanner -Whitehouse 2 (TW2).

##### 4.1 Maduración ósea. Método TW2: Variante Radio, Cúbito y Dedos (76).

El análisis de la radiografía se realiza sobre un negatoscopio fijo usando un compás para medir el tamaño óseo. Se coloca la radiografía con el pulgar a la derecha y se comienzan a examinar los huesos de la mano en el orden siguiente: radio, cúbito, metacarpianos I, III y V, falanges proximales I, III y V, falanges medias III y V y falanges distales I, III y V. Se buscan los estadios de maduración de cada hueso auxiliándonos de las descripciones e ilustraciones del método TW2 (76).

Al finalizar el análisis de los 13 huesos se suman las puntuaciones obtenidas y el resultado se hace coincidir con las tablas de puntuaciones según sexo, para la población cubana (24), determinando así la edad ósea.

HUESO	Estadio de maduración (EM)	Puntuación (P)
RADIO		
CUBITO		
METACARPIANO I		
METACARPIANO III		
METACARPIANO V		
FALANGE PROXIMAL I		
FALANGE PROXIMAL III		
FALANGE PROXIMAL V		
FALANGE MEDIA III		
FALANGE MEDIA V		
FALANGE TERMINAL I		
FALANGE TERMINAL III		
FALANGE TERMINAL V		

TOTAL	
EDAD ÓSEA	

RADIO: Comenzaremos a evaluar por este hueso. Anotando el estadio de maduración (EM) en la casilla de la izquierda del renglón asignado para este hueso, la casilla continua del lado derecho (P) que reflejará el número de puntos que acumula el estadio de maduración en que esta el hueso. Los estadios de maduración van desde la B hasta la H para el radio, auxiliándonos del esquema (Figura 9).

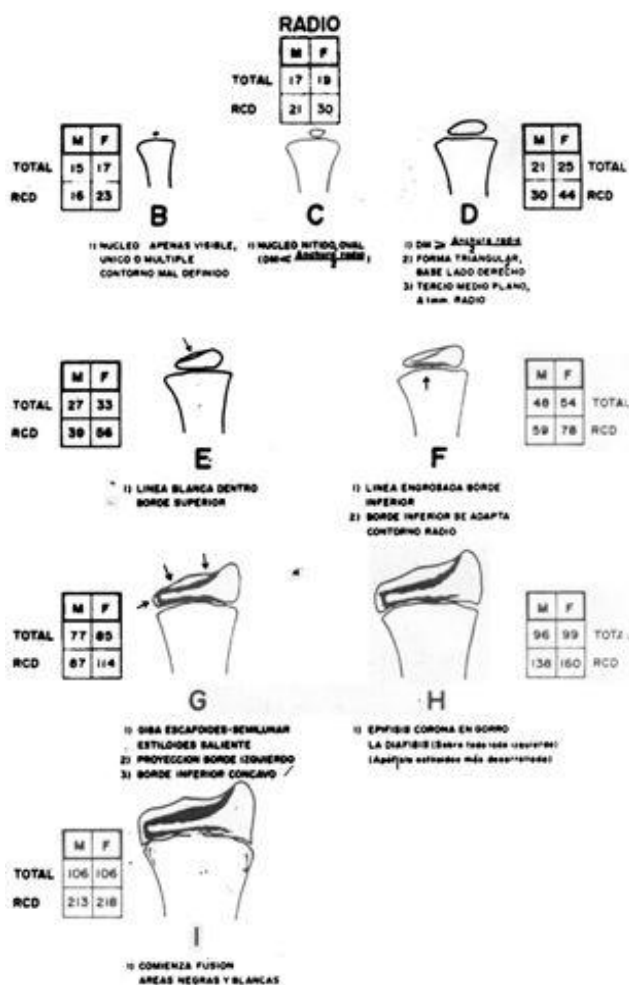


Figura 9 Esquema de estadios de maduración Radio.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

CÚBITO: Segundo hueso en el orden del examen, se procederá de la misma manera que la descrita para el hueso anterior, considerando que los estadios de maduración van desde la B a la H y auxiliándonos por el esquema (Figura 10).

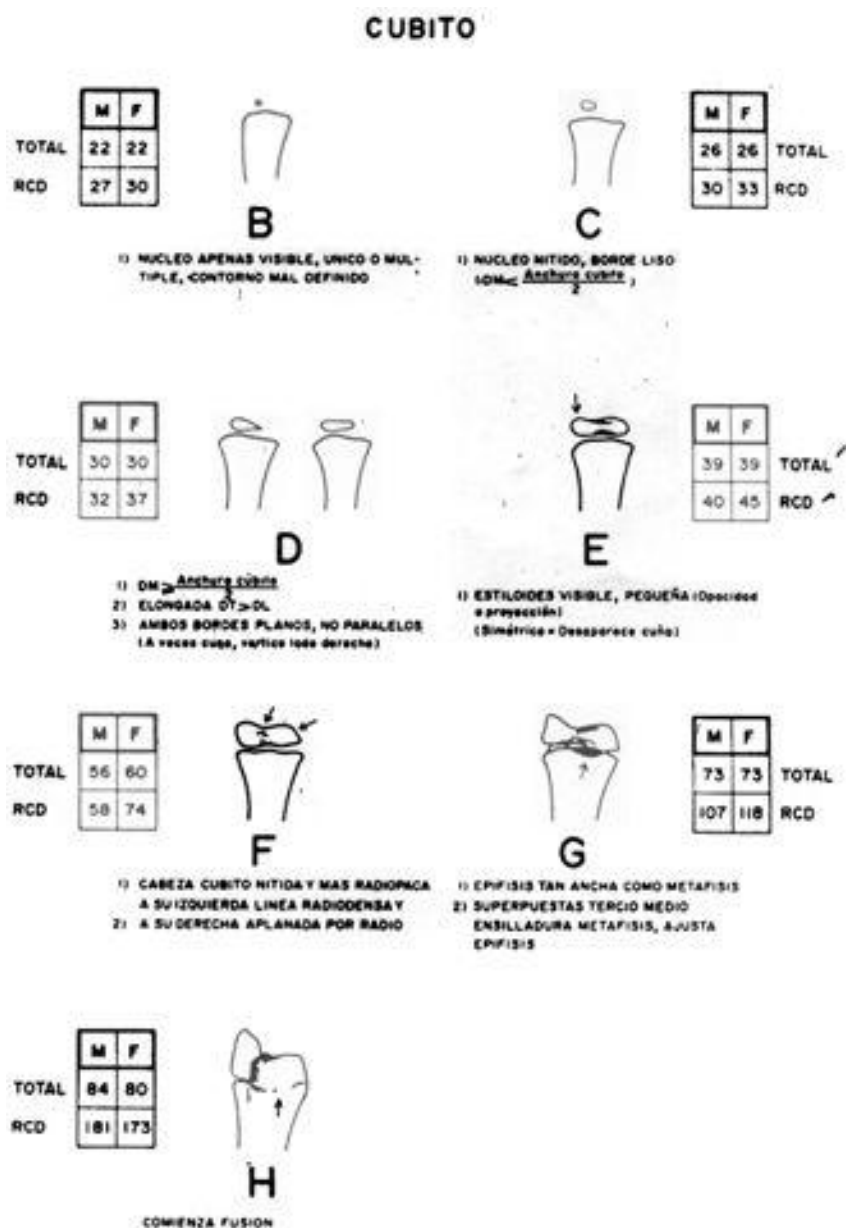


Figura 10 Esquema de estadios de maduración Cúbito.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

METACARPIANO I: Tercer hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento utilizado en los dos huesos anteriores, considerando que los estadios de maduración van de al B a la I y apoyándonos en el esquema (Figura 11).

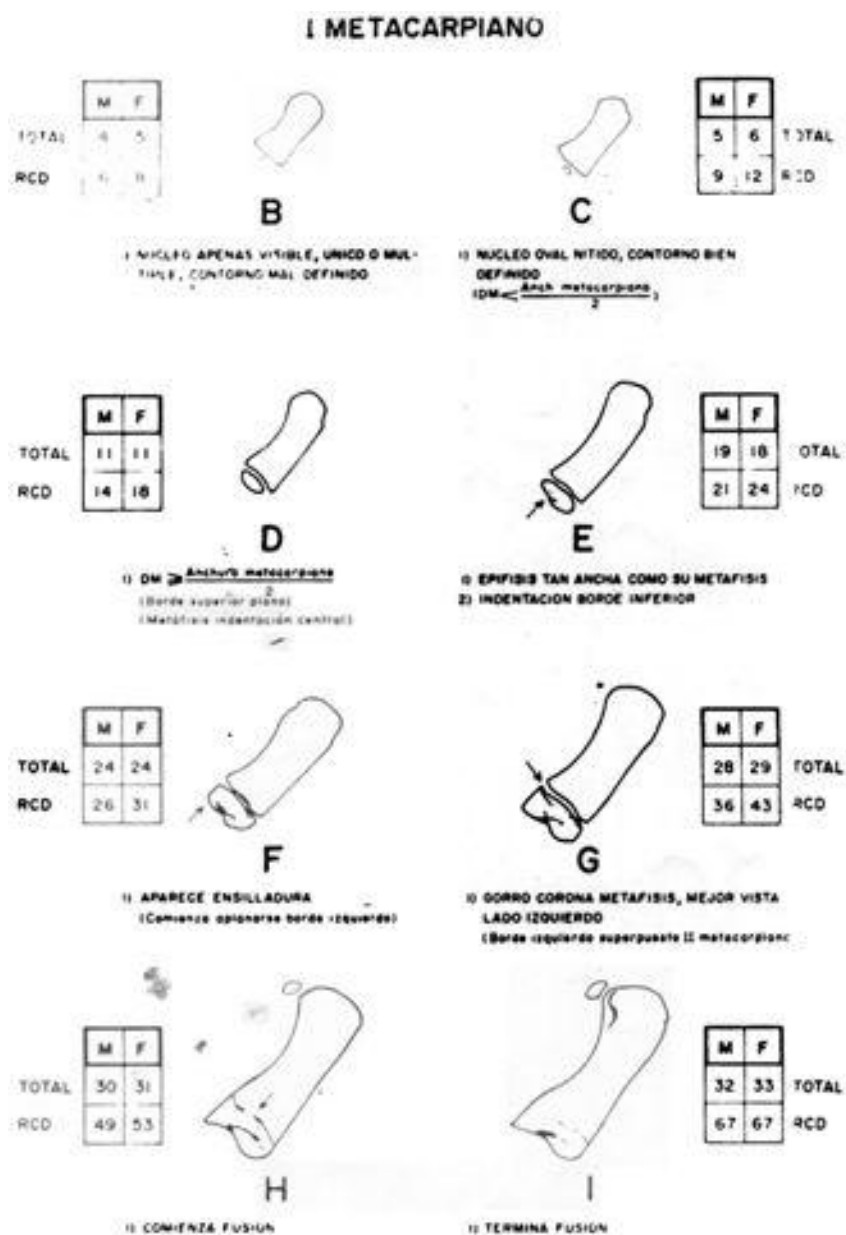


Figura 11 Esquema de estadios de maduración I Metacarpiano.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

METACARPIANO III: Cuarto hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los tres huesos anteriores, considerando que los estadios de maduración van de la B a la I y apoyándonos en el esquema (Figura 12).

METACARPIANO V: Quinto hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los cuatro huesos anteriores, considerando que los estadios van de la B a la I y apoyándonos en el esquema (Figura 12).

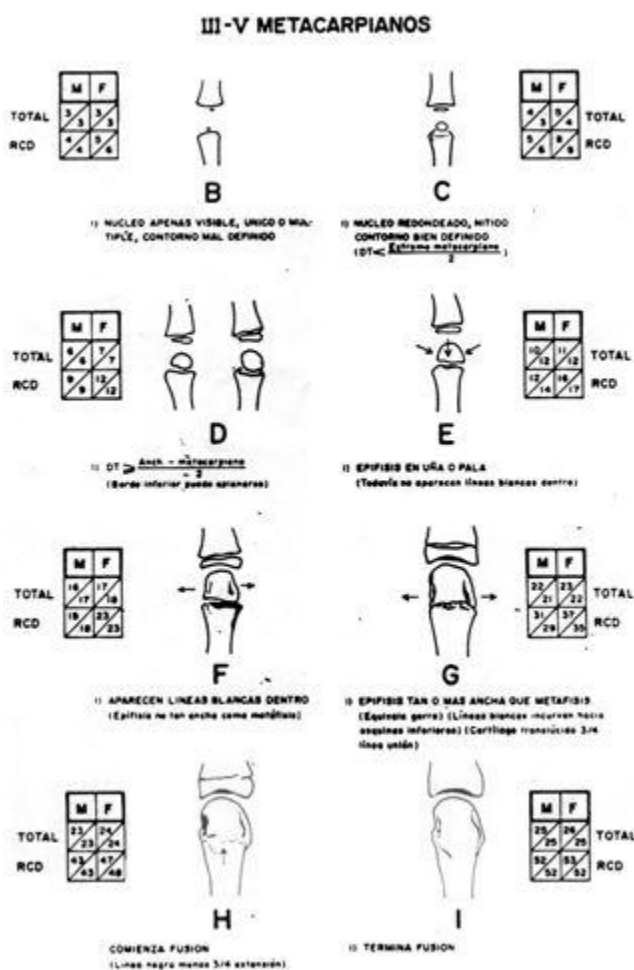


Figura 12 Esquema de estadios de maduración III-V Metacarpianos.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).



FALANGE PROXIMAL I: Sexto hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los cinco huesos anteriores, considerando que los estadios de maduración van de la B a la I y apoyándonos en el esquema (Figura 13).

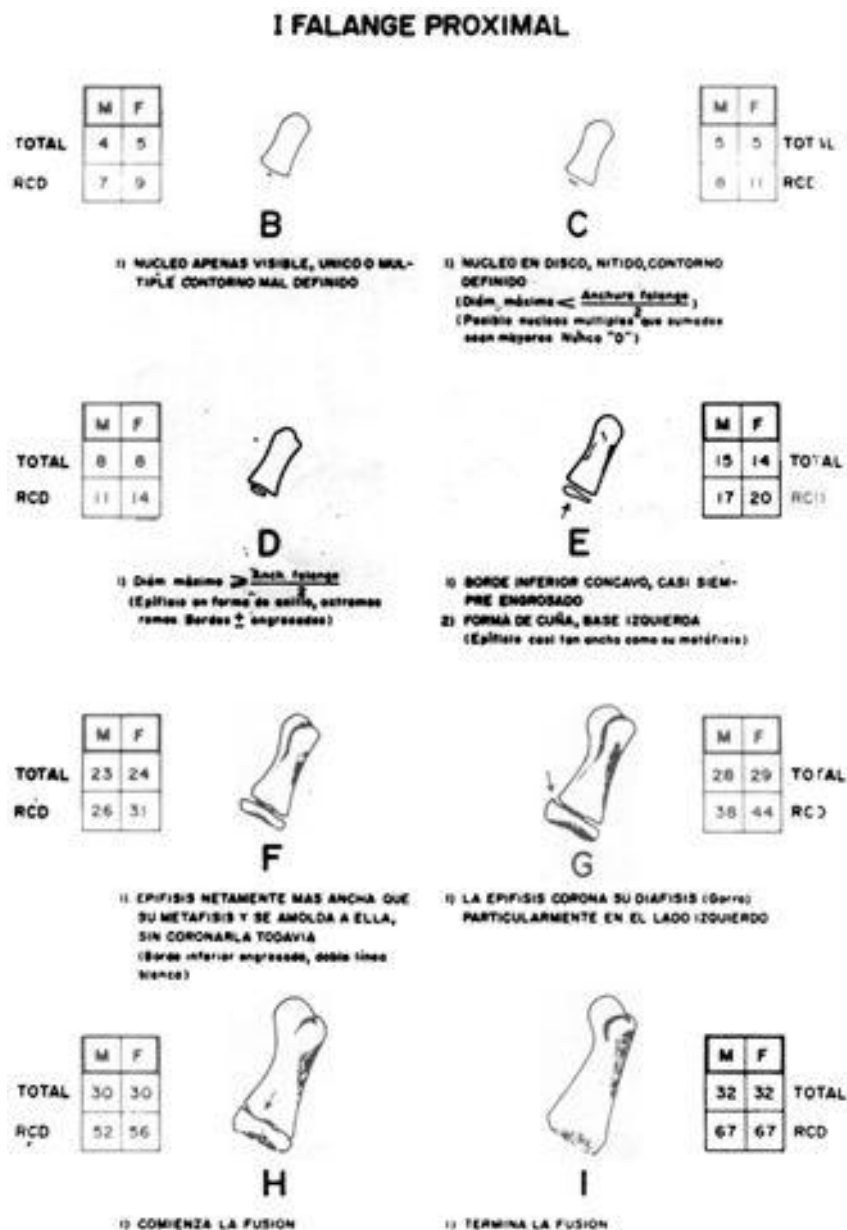


Figura 13 Esquema de estadios de maduración I Falange Proximal.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

FALANGE PROXIMAL III: Séptimo hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los seis huesos anteriores y los estadios de maduración también van de la B a la I, nos guiaremos por el esquema (Figura 14).

FALANGE PROXIMAL V: Octavo hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los siete huesos anteriores, considerando que los estadios van de la B a la I, guiándonos por el esquema (Figura 14).

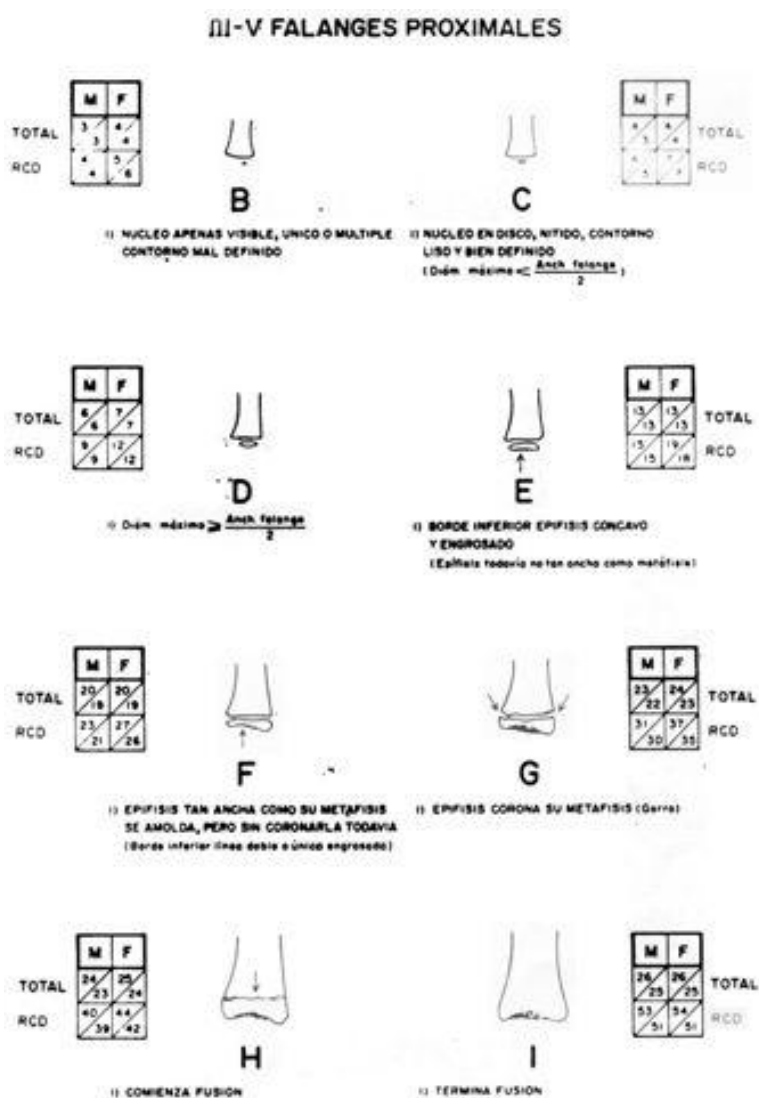


Figura 14 Esquema de estadios de maduración I- III Falanges Proximales.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

FALANGE MEDIA III: Noveno hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los ocho huesos anteriores considerando que los estadios van de la B a la I, guiándonos por el esquema (Figura 15).

FALANGE MEDIA V: Décimo hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los nueve huesos anteriores, considerando que los estadios van de la B a la I, guiándonos por el esquema (Figura 15).

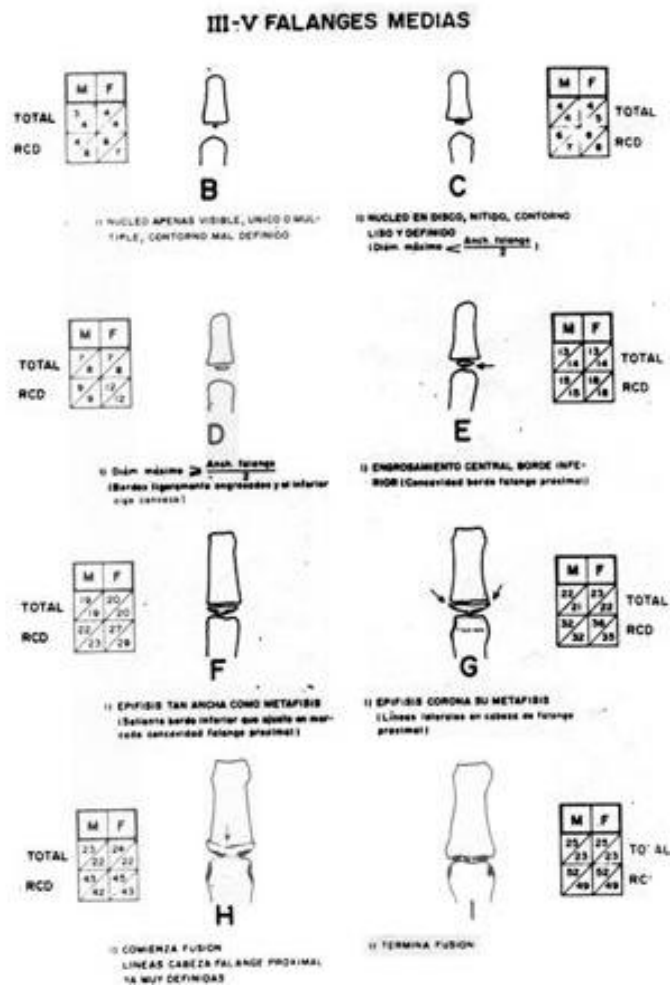


Figura 15 Esquema de estadios de maduración III- V Falanges Medias.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

FALANGE DISTAL I: Undécimo hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los diez huesos anteriores, considerando que los estadios de maduración van de la B a la I, guiándonos por el esquema (Figura 16).

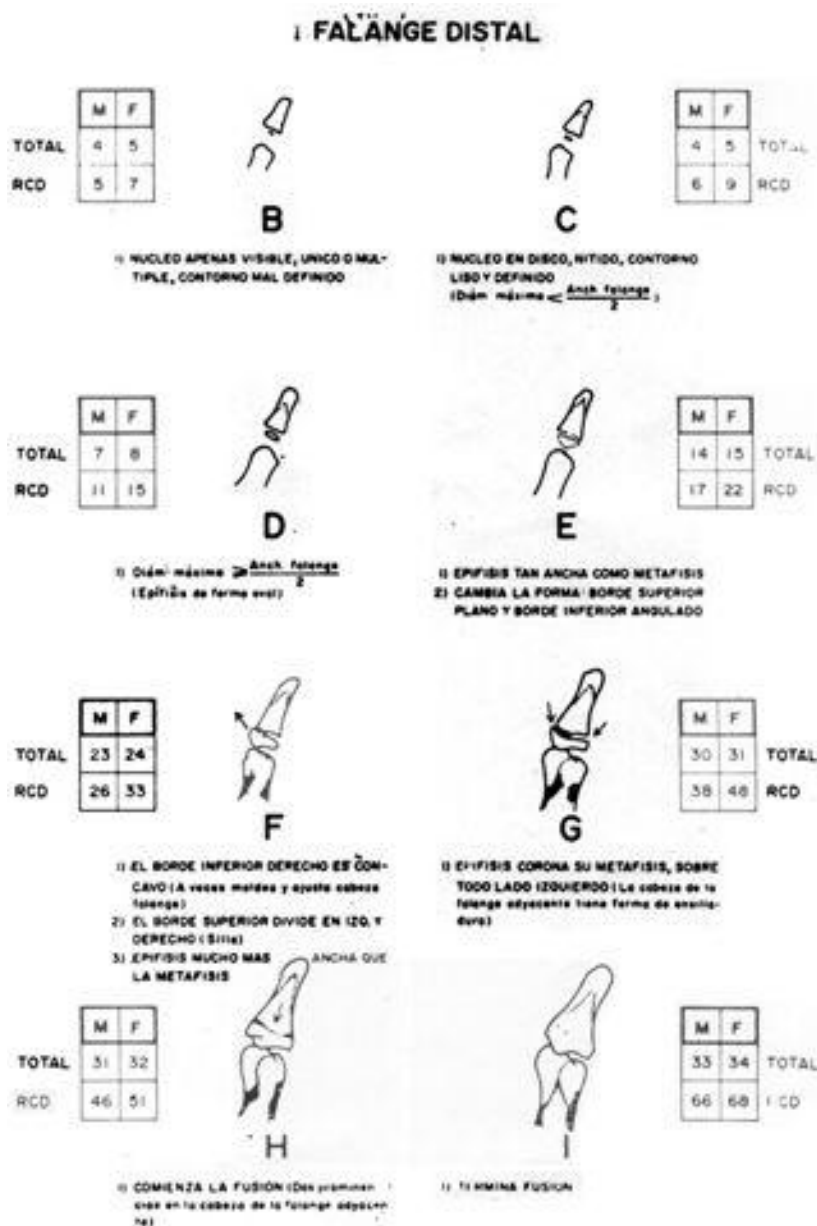


Figura 16 Esquema de estadios de maduración I Falange Distal.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).

FALANGE DISTAL III: Duodécimo hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los once huesos anteriores considerando que los estadios de maduración van de la B a la I y apoyándonos en el esquema (Figura 17).

FALANGE DISTAL V: Decimotercero y último hueso a examinar, se aplicará el mismo procedimiento descrito para los doce huesos anteriores, considerando que los estadios de maduración van de la B a la I y apoyándonos en el esquema (Figura 17).

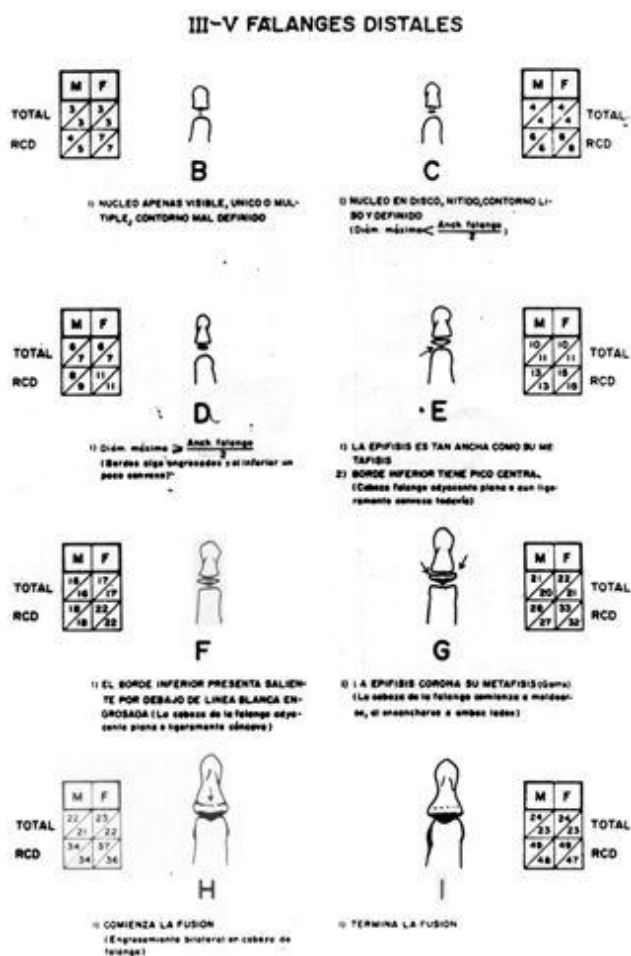


Figura 17 Esquema de estadios de maduración III- V Falanges Distales.

Fuente: Maduración ósea. Método TW2 (76).



Una vez determinados los estadios de maduración y las puntuaciones de los trece huesos a examinar procederemos a sumar todos los puntos acumulados por los estadios antes expuestos, hallando de esta manera el total.

Una vez calculado el total de los puntos se procederá a buscar la edad ósea correspondiente en la tabla de edades óseas para radio, cúbito y dedos, para las distintas puntuaciones de madurez según el sexo, en la población cubana (24).

4.2 Edades Óseas de Radio, Cúbito y Dedos para distintas puntuaciones de Madurez sexo femenino (24).

EDADES OSEAS DE RADIO, CUBITO Y DEDOS PARA DISTINTAS PUNTUACIONES DE MADUREZ. - SEXO FEMENINO -

PUNT.	"EDAD OSEA"	PUNT.	"EDAD OSEA"	PUNT.	"EDAD OSEA"
47	1.0	276	6.0	495	11.0
57	.1	279	.1	504	.1
65	.2	281	.2	513	.2
75	.3	285	.3	520	.3
86	.4	288	.4	529	.4
97	.5	290	.5	536	.5
107	.6	292	.6	548	.6
115	.7	295	.7	556	.7
123	.8	298	.8	565	.8
130	.9	301	.9	572	.9
139	2.0	304	7.0	585	12.0
145	.1	307	.1	594	.1
150	.2	309	.2	603	.2
155	.3	313	.3	611	.3
162	.4	317	.4	620	.4
166	.5	320	.5	631	.5
172	.6	323	.6	642	.6
179	.7	326	.7	653	.7
183	.8	329	.8	664	.8
186	.9	333	.9	672	.9
190	3.0	337	8.0	679	13.0
195	.1	341	.1	692	.1
200	.2	343	.2	704	.2
204	.3	345	.3	715	.3
207	.4	353	.4	733	.4
209	.5	355	.5	741	.5
214	.6	358	.6	755	.6
217	.7	362	.7	767	.7
219	.8	368	.8	785	.8
221	.9	371	.9	800	.9
223	4.0	378	9.0	810	14.0
227	.1	380	.1	823	.1
230	.2	385	.2	838	.2
233	.3	390	.3	851	.3
236	.4	395	.4	868	.4
238	.5	400	.5	880	.5
240	.6	409	.6	892	.6
243	.7	414	.7	910	.7
245	.8	419	.8	923	.8
247	.9	425	.9	936	.9
249	5.0	430	10.0	947	15.0
252	.1	438	.1	962	.1
253	.2	442	.2	970	.2
256	.3	448	.3	979	.3
260	.4	455	.4	983	.4
262	.5	462	.5	988	.5
265	.6	470	.6	992	.6
267	.7	475	.7	995	.7
270	.8	482	.8	998	.8
273	.9	489	.9	999	.9
				1000	Adulto

Fuente: Patrones de maduración ósea de la población cubana (24).

4.2 Edades Óseas de Radio, Cúbito y Dedos para distintas puntuaciones de Madurez sexo masculino (24).

EDADES OSEAS DE RADIO, CUBITO Y DEDOS PARA DISTINTAS PUNTUACIONES DE MADUREZ. - SEXO MASCULINO -

PUNT.	"EDAD OSEA"	PUNT.	"EDAD OSEA"	PUNT.	"EDAD OSEA"	PUNT.	"EDAD OSEA"
0	1.0	148	6.0	260	11.0	704	16.0
2	.1	150	.1	263	.1	723	.1
3	.2	152	.2	267	.2	744	.2
6	.3	154	.3	269	.3	762	.3
8	.4	156	.4	273	.4	783	.4
10	.5	158	.5	275	.5	802	.5
13	.6	160	.6	279	.6	828	.6
18	.7	162	.7	282	.7	849	.7
23	.8	165	.8	286	.8	865	.8
27	.9	167	.9	288	.9	882	.9
29	2.0	169	7.0	292	12.0	898	17.0
34	.1	172	.1	295	.1	919	.1
38	.2	175	.2	300	.2	938	.2
44	.3	177	.3	304	.3	950	.3
48	.4	179	.4	308	.4	965	.4
51	.5	181	.5	314	.5	974	.5
54	.6	183	.6	319	.6	981	.6
59	.7	185	.7	325	.7	989	.7
64	.8	188	.8	331	.8	993	.8
67	.9	190	.9	336	.9	996	.9
69	3.0	191	8.0	342	13.0	998	18.0
72	.1	193	.1	348	.1	1000	Adulto
75	.2	196	.2	353	.2		
78	.3	198	.3	359	.3		
81	.4	201	.4	366	.4		
85	.5	203	.5	375	.5		
87	.6	205	.6	383	.6		
91	.7	208	.7	390	.7		
94	.8	210	.8	398	.8		
96	.9	213	.9	407	.9		
100	4.0	215	9.0	414	14.0		
101	.1	217	.1	426	.1		
105	.2	220	.2	434	.2		
107	.3	222	.3	443	.3		
110	.4	224	.4	455	.4		
113	.5	226	.5	466	.5		
115	.6	228	.6	478	.6		
118	.7	230	.7	488	.7		
120	.8	232	.8	502	.8		
122	.9	234	.9	516	.9		
124	5.0	236	10.0	525	15.0		
126	.1	238	.1	538	.1		
129	.2	240	.2	554	.2		
131	.3	242	.3	567	.3		
132	.4	245	.4	572	.4		
136	.5	249	.5	585	.5		
138	.6	252	.6	626	.6		
140	.7	254	.7	641	.7		
142	.8	256	.8	662	.8		
146	.9	258	.9	679	.9		

Fuente: Patrones de maduración ósea de la población cubana (24).

## Anexo 5. Método de Demirjian y colaboradores.

Método de Demirjian y colaboradores (45).

5.1 Estadios de calcificación según Demirjian y colaboradores (45) (Figura 18):

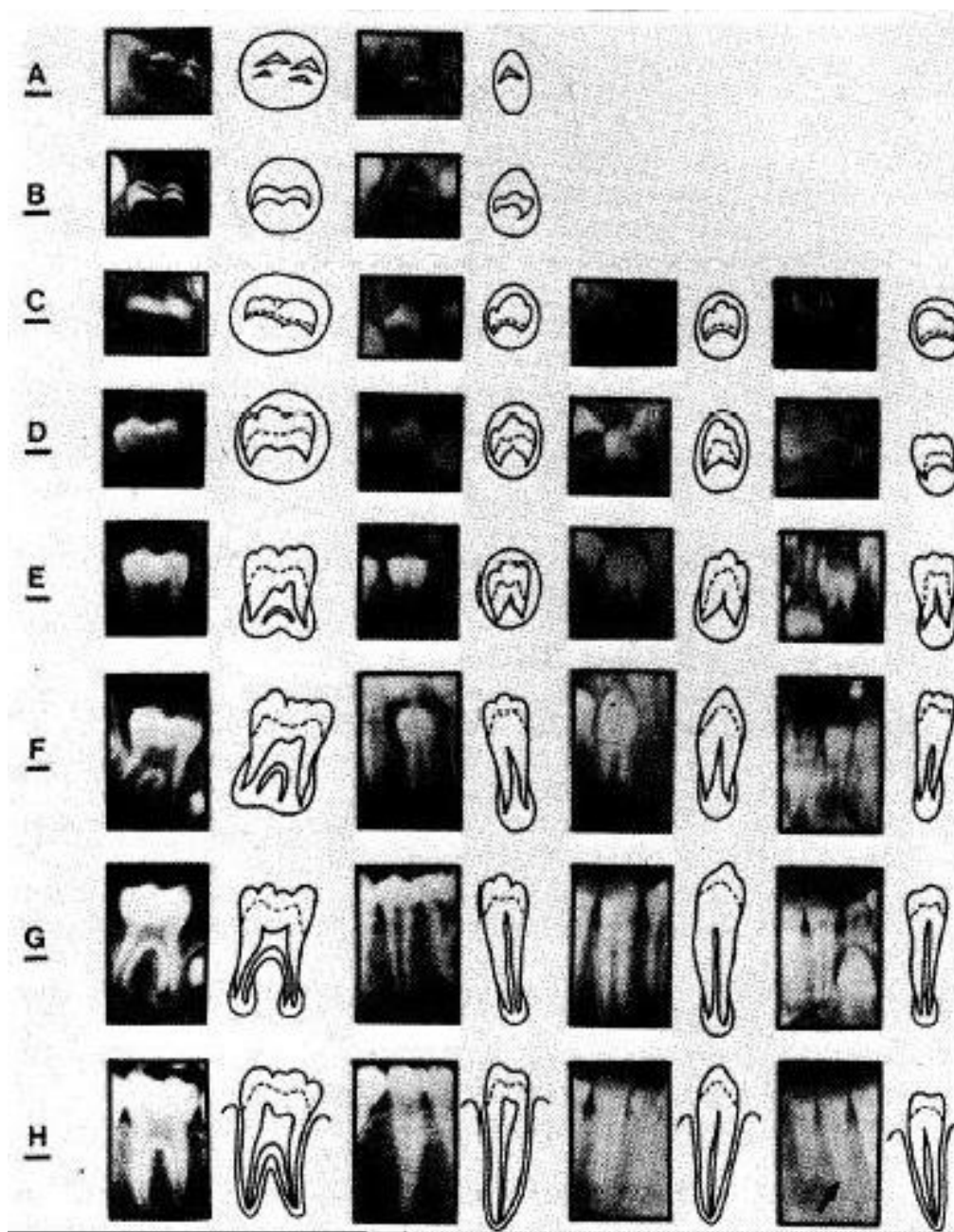


Figura 18 Esquema de estadios de calcificación según Demirjian y colaboradores.

Fuente: A new System of dental age assessment (45).

A: En los premolares como en los molares, las puntas de las cúspides están mineralizadas pero aún no están unidas.

B: La fusión de los puntos calcificados forma una o varias cúspides las cuales se unen para dar una superficie oclusal regularmente definida.

C: La mitad de la corona está formada. Hay evidencia de la cámara pulpar y aposición de dentina. El contorno de la cámara pulpar tiene forma curva en el borde oclusal.

D: La corona está completa hasta el límite amelocementario. La cámara pulpar es de forma trapezoidal. Se observa el inicio de la formación radicular en forma de espícula.

E Dientes unirradiculares:

Las paredes de la cámara pulpar forman una línea recta, cuyo contenido queda interrumpido por la presencia del cuerno pulpar, el cual es más grande que en las etapas previas.

La longitud de la raíz es menor que la altura de la corona.

E Molares:

Se observó la formación inicial de la bifurcación radicular en forma de un punto calcificado o bien en forma semilunar.

La longitud de la raíz todavía es menor que la altura de la corona.

#### F Dientes unirradiculares:

Las paredes de la cámara de la pulpa ahora forman un triángulo isósceles. El ápice termina en forma de un túnel.

La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona.

#### F Molares:

Se desarrolla la región calcificada de la bifurcación, adicionalmente hacia abajo desde su etapa semilunar para dar a la raíz un perfil más definido y distinto, con los ápices en forma de túneles.

La longitud de la raíz es igual o más grande que la altura de la corona.

#### G Dientes unirradiculares:

Raíz casi completa, ápice abierto.

La longitud de la raíz es mayor que la altura de la corona.

Las paredes radiculares son paralelas.



G Molares:

Raíz casi completa, ápices abiertos.

Longitud de la raíz es mayor que la altura de la corona.

Las paredes radicales son paralelas.

H Dientes unirradiculares:

Ápice radicular completado.

Longitud de la raíz es mayor que la altura de la corona.

H Molares:

Ápices radicales completos.

Longitud de la raíz es mayor que la altura de la corona.

5.2 Escala de puntuación de los diferentes estadios de desarrollo dental según Demirjian y colaboradores (45):

Niños Etapa									
Diente	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	0,0	2,1	3,5	5,9	10,1	12,5	13,2	13,6	15,4
M1				0,0	8,0	9,6	12,3	17,0	19,3
PM2	0,0	1,7	3,1	5,4	9,7	12,0	12,8	13,2	14,4
PM1			0,0	3,5	7,0	11,0	12,3	12,7	13,5
C				0,0	3,5	7,9	10,0	11,0	11,9
I2					3,2	5,2	7,8	11,7	13,7
I1					0,0	1,9	4,1	8,2	11,8

Niñas Etapa									
Diente	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	0,0	2,7	3,9	6,9	11,1	13,5	14,2	14,5	15,6
M1				0,0	4,5	6,2	13,5	14,0	16,2
PM2	0,0	1,8	3,4	6,5	10,6	12,7	13,5	13,8	14,6
PM1			0,0	3,7	7,5	11,8	13,1	13,4	14,1
C				0,0	3,2	5,6	10,3	11,6	12,4

12				0,0	3,2	5,6	8,0	12,2	14,2
11					0,0	2,4	5,1	9,3	12,9

Etapas 0 = falta de calcificación.

Fuente: A new System of dental age assessment (45).

5.3 Tabla de conversión para determinar la edad ósea tras conocer el resultado del desarrollo dental.

Edad Puntos			Edad Puntos			Edad Puntos			Edad Puntos		
J	K	M	J	K	M	J	K	M	J	K	M
3.0	12,4	13,7	6.3	36,9	41,3	9.6	87,2	90,2	12.9	95,4	97,2
.1	12,9	14,4	.4	36,9	41,3	.7	87,7	90,7			
.2	13,5	15,1	.5	39,2	43,9	.8	88,2	91,1	13.0	95,6	97,3
.3	14,0	15,8	.6	40,6	45,2	.9	88,6	91,4	.1	95,7	97,4
.4	14,5	16,6	.7	42,0	46,7				.2	95,8	97,5
.5	15,0	17,3	.8	43,6	48,0	10.0	89,0	91,8	.3	95,9	97,6
.6	15,6	18,0	.9	45,1	49,5	.1	89,3	92,3	.4	96,0	97,7
.7	16,2	18,8				.2	89,7	92,3	.5	96,1	97,8
.8	17,0	19,5	7.0	46,7	51,0	.3	90,0	92,6	.6	96,2	98,0
.9	17,6	20,3	.1	48,3	52,9	.4	90,3	92,9	.7	96,3	98,1
			.2	50,0	55,5	.5	90,6	93,2	.8	96,4	98,2

4.0	18,2	21,0	.3	52,0	57,8	.6	91,0	93,5	.9	96,5	98,3
.1	18,9	21,8	.4	54,3	61,0	.7	91,3	93,7			
.2	19,7	22,5	.5	56,8	65,0	.8	91,6	94,0	14,0	96,6	98,3
.3	20,4	23,2	.6	59,6	68,0	.9	91,8	94,2	.1	96,7	98,4
.4	21,0	24,0	.7	62,5	71,8				.2	96,8	98,5
.5	21,7	24,8	.8	66,0	75,0	11.0	92,0	94,5	.3	96,9	98,6
.6	22,4	25,6	.9	69,0	77,0	.1	92,2	94,7	.4	97,9	99,5
.7	23,1	26,4				.2	92,5	94,9	.5	97,1	98,8
.8	23,8	27,2	8.0	71,6	78,8	.3	92,7	95,1	.6	97,2	98,9
.9	24,6	28,0	.1	73,5	80,2	.4	92,9	95,3	.7	97,3	99,0
			.2	75,1	81,2	.5	93,1	95,4	.8	97,4	99,1
5.0	25,4	28,9	.3	76,4	82,2	.6	93,3	95,6	.9	97,5	99,1
.1	26,2	29,7	.4	77,7	83,1	.7	93,5	95,8			
.2	27,0	30,5	.5	79,0	84,0	.8	93,7	96,0	15.0	97,6	99,2
.3	27,8	31,3	.3	80,2	84,8	.9	93,9	96,2	.1	97,7	99,3
.4	28,6	32,1	.7	81,2	85,3				.2	97,8	99,4
.5	29,5	33,0	.8	82,0	86,1	12,0	94,0	96,3	.3	97,8	99,5
.6	30,3	34,0	.9	82,8	86,7	.1	94,2	96,4	.4	97,9	99,5
.7	31,1	35,0				.2	94,4	96,5	.5	98,0	99,6
.8	31,8	36,0	9.0	83,6	87,2	.3	94,5	96,6	.6	98,1	99,6

.9	32,6	37,0	.1	84,3	87,8	.4	94,6	96,7	.7	98,2	99,7
			.2	85,0	88,3	.5	94,8	96,8	.8	98,2	99,8
6.0	33,6	36,0	.3	85,6	88,3	.6	95,0	96,9	.9	98,3	99,9
.1	34,7	39,1	.4	86,2	89,3	.7	95,1	97,0			
.2	35,8	40,2	.5	86,7	89,8	.8	95,2	97,1	16,0	98,4	100,0

J = años. K = niños. M = niñas.

Fuente: A new System of dental age assessment (45).

#### Anexo 6. Método de Grave y Brown.

Esquema de maduración esquelética de Grave y Brown (4): El análisis de las radiografías se realiza sobre un negatoscopio fijo, usando un compás. Se coloca la radiografía con el pulgar a la derecha y se comienzan a examinar los huesos de la mano y muñeca, buscando las características de cada estadio según la relación entre la epífisis y la diáfisis.

#### NOMENCLATURA:

-PP2: falange proximal de segundo dedo.

-MP3: Falange media del tercer dedo.

-PISI: Hueso pisciforme.

-H: apófisis unciforme.

-S: Hueso sesamoideo.

-R: Radio.

-PPI: Falange proximal del primer dedo.

-DP3: Falange distal del tercer dedo.

-PP3: Falange proximal del tercer dedo.

Estadios de maduración esquelética según Grave y Brown (4).

Estadio 1 (Figura 19):

PP2= La falange proximal del segundo dedo presenta igual anchura del disco epifisario (Diáfisis = Epífisis).

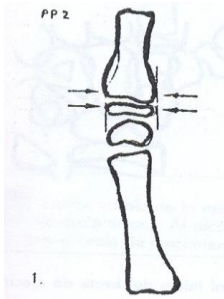


Figura 19 Estadio 1.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 2 (Figura 20):

MP3= Falange media del tercer dedo presenta igual anchura del disco epifisario (Diáfisis-Epífisis).

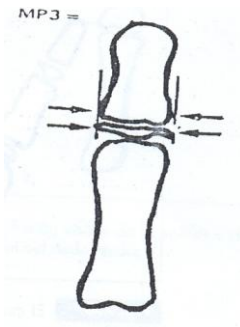


Figura 20 Estadio 2.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 3 (Figura 21):

Pisi: Osificación visible del hueso pisciforme.

H-1: Comienza a observarse la delimitación de la apófisis unciforme.

R: Igual anchura del disco epifisario con la diáfisis radial.

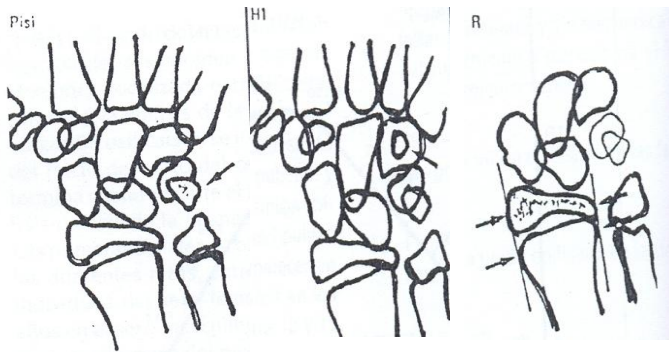


Figura 21 Estadio 3.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 4 (Figura 22):

S: osificación visible del hueso sesamoideo.

H-2: Buena delimitación de la apófisis unciforme.

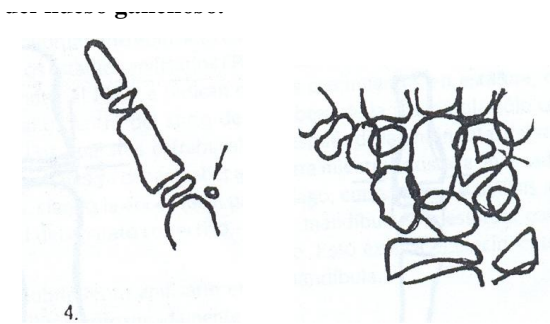




Figura 22 Estadío 4.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 5 (Figura 23):

MP3 cap: Recubrimiento de la diáfisis por la epífisis en la falange media del tercer dedo.

PPI cap: Recubrimiento de la diáfisis por la epífisis en la falange proximal del primer dedo.

R cap: Recubrimiento de la diáfisis radial por la epífisis.

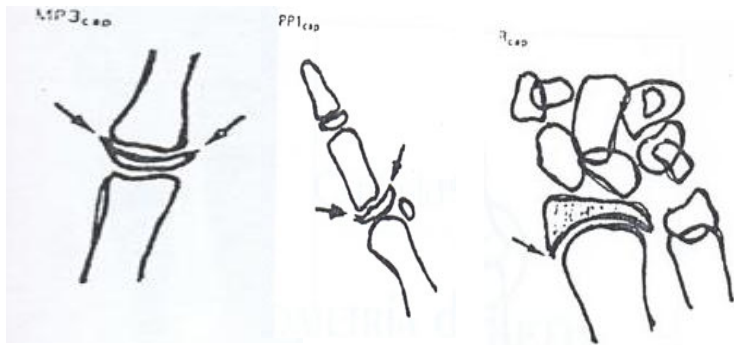


Figura 23 Estadío 5.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 6 (Figura 24):

DP3U: Osificación total de la línea epifisaria en la falange distal del tercer dedo.

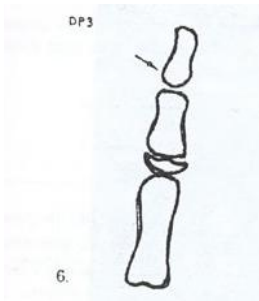


Figura 24 Estadio 6.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 7 (Figura 25):

PP3U: Osificación total de la línea epifisaria en la falange proximal del tercer dedo.

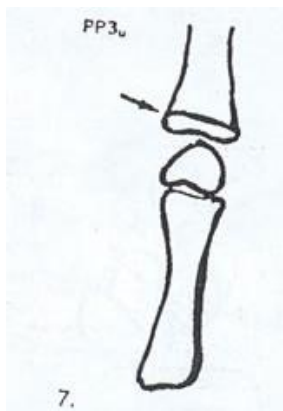


Figura 25 Estadio 7.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 8 (Figura 26):

MP3U osificación total de la línea epifisaria en la falange media del tercer dedo.

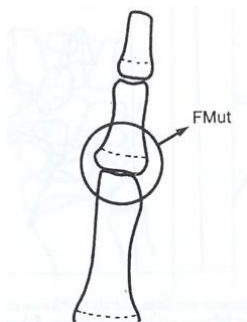


Figura 26 Estadio 8.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

Estadio 9(Figura 27):

RU: Osificación total de la línea epifisaria en el radio.

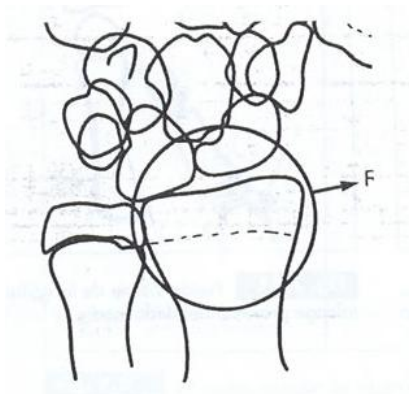


Figura 27 Estadio 9.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

## Anexo 7. Método de Hassel y Farman.

Método Hassel y Farman (43).

Estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según Hassel y Farman (Figura 28)

(43): El análisis de las telerradiografías se realiza sobre un negatoscopio fijo, donde se dibujan en papel de calco, con un portaminas, los cuerpos de la segunda vértebra (proceso odontoide del Axis) (C2), de la tercera (C3) y de la cuarta (C4). Según las características de estos cuerpos tendremos uno de los siguientes estadios de maduración:

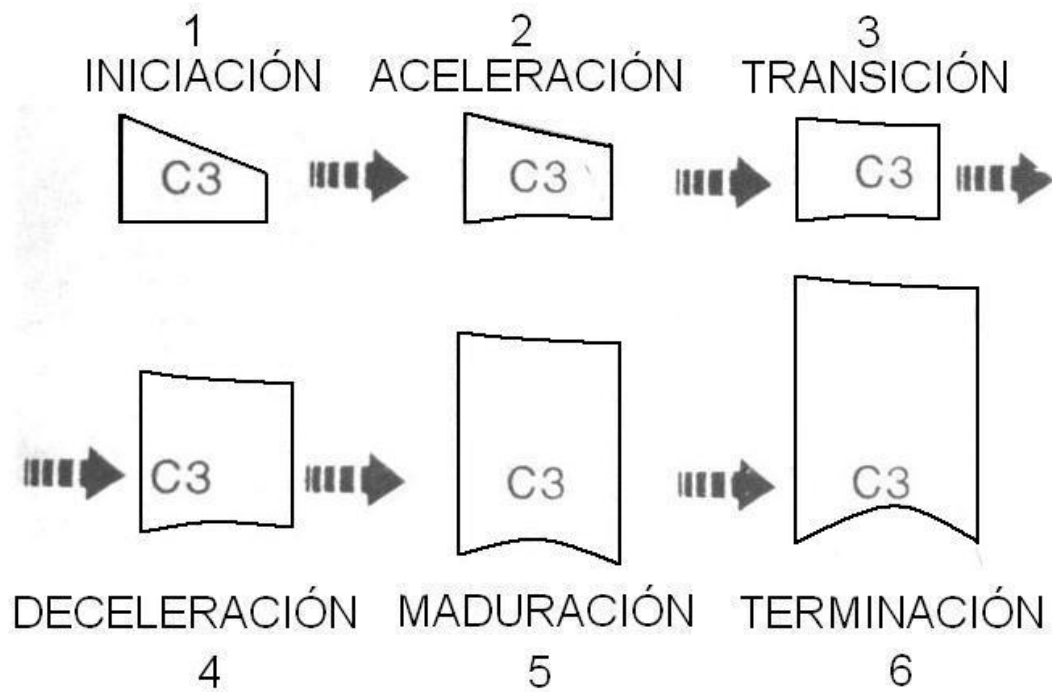


Figura 28 Esquema de estadios de maduración de las vértebras cervicales según Hassel y Farman.

Fuente: Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae (43).

Estadio 1 o iniciación: el crecimiento puberal comienza quedando de un 80 a un 100% del mismo. Los bordes inferiores de C2, C3 y C4 son planos, las vértebras están parcialmente formadas con sus bordes superiores inclinados hacia abajo de detrás hacia delante.

Estadio 2 o aceleración: el crecimiento aumenta su tasa y queda un 65 a un 85% del mismo. Aparecen pequeñas concavidades en el borde inferior de C2 y C3, pero el de C4 permanece plano. El borde superior de C3 y C4 se va haciendo más paralelo al inferior.

Estadio 3 o transición: el crecimiento sigue aumentando hasta alcanzar el pico máximo, quedando de un 25 a un 65% del mismo. Aumentan las concavidades inferiores en C2 y C3 y aparece ya en la C4. Los cuerpos de C3 y C4 son rectangulares con mayor diámetro anteroposterior.

Estadio 4 o deceleración: el crecimiento empieza a descender pudiendo restar de un 10 a un 25%. Hay concavidades en el borde inferior de las tres vértebras y los cuerpos serían cuadrados.

Estadio 5 o maduración: la maduración final de las vértebras ocurre en esta etapa donde sólo queda de un 5 a un 10% de crecimiento. Aumentan las concavidades inferiores y los cuerpos de C3 y C4 se vuelven rectangulares con mayor diámetro vertical.

Estadio 6 o terminación: el crecimiento termina y no se espera que haya más. Hay profundas concavidades inferiores y los cuerpos vertebrales se alargan en sentido vertical.

## Anexo 8. Estadios de maduración falange media del tercer dedo (FM3).

Estadios de maduración Falange media del tercer dedo (FM3) (4):

El análisis de las radiografías se realiza sobre un negatoscopio fijo, usando un compás, buscando las características de cada estadio según la relación entre la epífisis y la diáfisis. Clasificándose en uno de los siguientes estadios:

A. La epífisis tiene menor anchura que la diáfisis (forma de disco) (Figura 29).



Figura 29 Estadio A.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

B. La epífisis tiene la misma anchura que la diáfisis (Figura 30).



Figura 30 Estadio B.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

C. La epífisis rodea a la diáfisis a modo de capuchón (estadio de capuchón) (Figura 31).

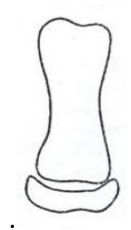


Figura 31 Estadio C.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

D. Comienza la fusión entre la epífisis y la diáfisis (Figura 32).



Figura 32 Estadio D.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).

E. Donde la epífisis se osifica con la diáfisis (Figura 33).

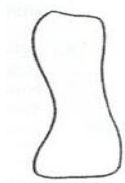


Figura 33 Estadio E.

Fuente: Cirugía Ortognática. Simplificación del tratamiento ortodóncico quirúrgico en adultos (4).



## Anexo 9. Formulario.

### Formulario

Nombre (s) y Apellidos: \_\_\_\_\_

H. C: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_

Fecha de nacimiento: Día: \_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_ Año \_\_\_\_

Edad Cronológica (decimal): \_\_\_\_\_

Menarquia: Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ Edad de aparición: \_\_\_\_

Fecha examen radiológico: Día \_\_\_\_ Mes \_\_\_\_ Año \_\_\_\_

Observación realizada por el residente: \_\_\_\_\_

Primera observación:		Segunda observación	
Fecha:		Fecha:	
Edad ósea (TW2).		Edad ósea (TW2).	
Edad ósea (Demirjian).		Edad ósea (Demirjian).	
Estadio de maduración esquelética.		Estadio de maduración esquelética.	
Estadio de maduración de las vértebras cervicales.		Estadio de maduración de las vértebras cervicales.	

Estadio de calcificación del canino mandibular izquierdo.		Estadio de calcificación del canino mandibular izquierdo.	
Estadio de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.		Estadio de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.	

Observación realizada por el especialista: \_\_\_\_\_

Primera observación:	Segunda observación		
Fecha:	Fecha:		
Edad ósea (TW2).		Edad ósea (TW2).	
Edad ósea (Demirjian).		Edad ósea (Demirjian).	
Estadio de maduración esquelética.		Estadio de maduración esquelética.	
Estadio de maduración de las vértebras cervicales.		Estadio de maduración de las vértebras cervicales.	
Estadio de calcificación del canino mandibular izquierdo.		Estadio de calcificación del canino mandibular izquierdo.	
Estadio de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.		Estadio de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.	

Observación realizada por la investigadora principal del proyecto \_\_\_\_\_

Primera observación:		Segunda observación	
Fecha:		Fecha:	
Estadio de maduración de la falange media del tercer dedo.		Estadio de maduración de la falange media del tercer dedo.	

Observación realizada por el especialista miembro del proyecto\_\_\_\_\_

Primera observación:		Segunda observación	
Fecha:		Fecha:	
Estadio de maduración de la falange media del tercer dedo		Estadio de maduración de la falange media del tercer dedo	

#### Anexo 10. Instructivo del Formulario.

Instructivo del Formulario.

Nombre (s) y Apellidos: Se anotaron los nombre(s) y apellidos del paciente.

H. C: Se anotó el número de Historia Clínica asignado al paciente en el archivo.

Dirección: Se anotó la dirección que aparecía en la tarjeta de menor o el carné de identidad del paciente.

Sexo: Se anotó el sexo del paciente, Femenino o Masculino.

Fecha de Nacimiento: Se anotó el día, mes y año en que nació el paciente.

Número del individuo: Se anotó el número que tenía el paciente dentro de la investigación, el cual fue asignado por el investigador, siendo un número consecutivo que se encontraba entre el 001 al 075 en el sexo femenino y del 076 al 150 en el masculino. Este número se reflejó en el margen inferior derecho de las radiografías (radiografías de la mano, telerradiografías y panorámicas). Las radiografías periapicales se montaron en un portaplaques que se identificó también con el número del individuo.

Edad Cronológica: Se consideró la edad decimal: Para su cálculo se restó la fecha de nacimiento del niño y la fecha del examen. El entero fue proporcionado por los dos últimos dígitos del año y la fracción decimal se buscó en la tabla de edad decimal (Anexo 3).

Fecha del examen Radiológico: Se señaló el día, mes y año en que se realizó el examen radiográfico (toma de la radiografía).

1ra observación del residente: Se señaló el día, mes y año de la primera observación realizada por el residente.

Edad ósea (TW2): Se colocó el valor de la edad ósea calculada por el método TW2 según los patrones de maduración para radio, cúbito y dedos de la población cubana.

Edad ósea (Demirjian): Se colocó el valor de la edad ósea calculada a través del desarrollo dental por el método de Demirjian y colaboradores.

Estadio de maduración esquelética: Se señaló del 1 al 9 según el estadio de maduración esquelética de Grave y Brown que presentaba el paciente.

Estadio de maduración de las vértebras cervicales: Se señaló del 1 al 6 según el estadio de Hassel y Farman que presentaba el paciente.

Estadio de calcificación del canino mandibular izquierdo: Se puso de la letra C a la H según el estadio de maduración de Demirjian y colaboradores que correspondía.

Estadio de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo: Se puso de la letra A a la H según el estadio de maduración de Demirjian y colaboradores que correspondía.

2da observación del residente: Se señaló el día, mes y año de la segunda observación realizada por el residente, la cual se realizó tres semanas después de la primera observación procediéndose de la misma forma. En el momento de realizar la segunda observación se cubrió con una hoja de papel los datos obtenidos en la primera con el objetivo de evitar errores.

1ra observación del especialista: se tuvieron en cuenta las mismas especificaciones que en la observación del residente.

2da observación del especialista: se procedió de la misma forma que en la segunda observación del residente.

1ra observación realizada por la investigadora principal del proyecto: Se señaló el día, mes y año de la primera observación de la falange media del tercer dedo, realizada por la investigadora principal del proyecto.

Estadio de maduración de la falange media del tercer dedo: Se señaló del A a E según el estadio de maduración de la falange media del tercer dedo que presentaba el paciente.

2da observación de la investigadora principal del proyecto: Se señaló el día, mes y año de la segunda observación de la falange media del tercer dedo, realizada por la investigadora principal del proyecto, la cual se realizó tres semanas después de la primera observación procediéndose de

la misma forma. En el momento de realizar la segunda observación se cubrió con una hoja de papel los datos obtenidos en la primera con el objetivo de evitar errores.

1ra observación realizada por el especialista miembro del proyecto: se tuvieron en cuenta las mismas especificaciones que en la observación de la investigadora principal del proyecto.

2da observación realizada por el especialista miembro del proyecto: se procedió de la misma forma que en la segunda observación de la investigadora principal del proyecto.

Anexo 11. Determinación de los estadios de maduración esquelética de la falange media del tercer dedo de la mano izquierda.

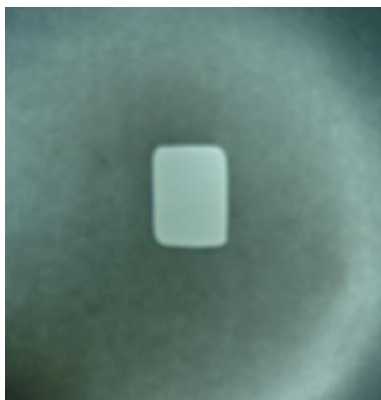


Figura 34 Apertura con las dimensiones de la película dental (41x31 mm.) en la hoja de papel.



Figura 35 Colocación de la hoja de papel preparada sobre la unión entre la falange media y la falange proximal del tercer dedo, en la radiografía de la mano y el carpo izquierdo.

## Anexo 12. Tablas y Gráficos.

Tabla 1 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) por grupo de edades y sexo femenino.

Grupo de Edades	Edad Cronológica		Edad Ósea (TW2)	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>
8,00-8,99	8,38	0,33	8,72	1,22
9,00-9,99	9,87	0,17	10,55	0,47
10,00-10,99	10,53	0,33	10,58	0,98
11,00-11,99	11,58	0,24	12,36	0,47
12,00-12,99	12,75	0,20	13,32	0,89
13,00-13,99	13,42	0,28	12,57	0,73
14,00-14,99	14,86	0,01	14,78	0,46
15,00-16,99	15,19	0,14	15,20	0,70

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)



DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

$r = 0,977$   $p = 0,000$   $n = 75$

$r$  (Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (TW2) y la edad cronológica).

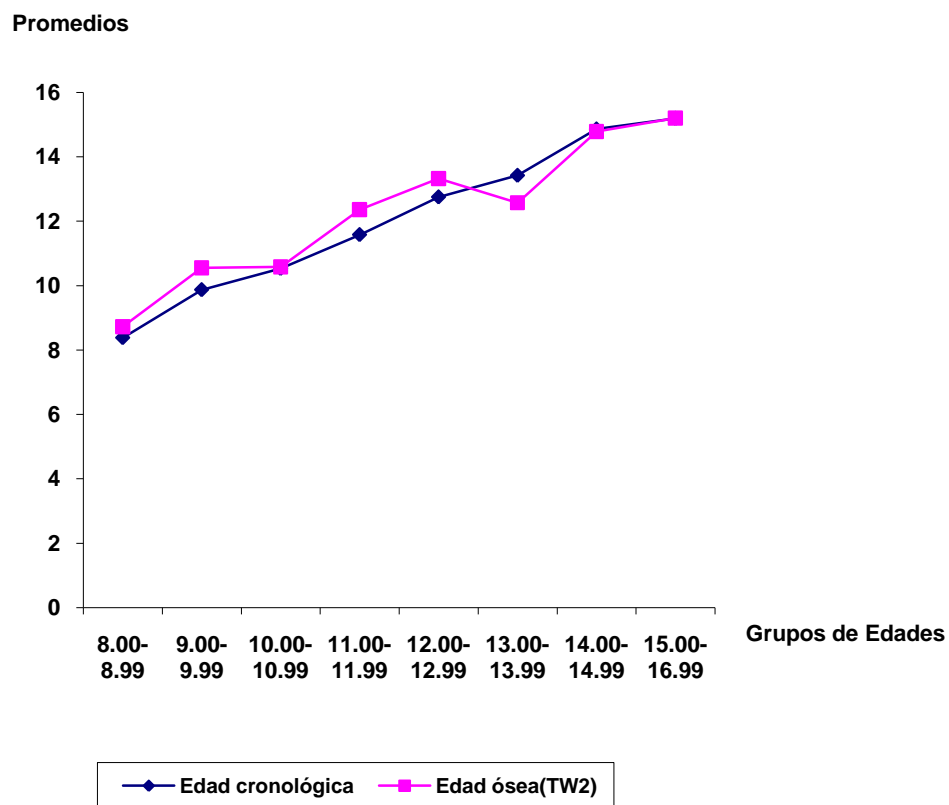


Figura 36 Gráfico 1 Promedios de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) por grupo de edades y sexo femenino.

Fuente: Tabla 1

Tabla 2 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) por grupo de edades y sexo masculino.

Grupo de Edades	Edad Cronológica		Edad Ósea (TW2)	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>
8,00-9,99	8,98	0,66	8,94	0,97
10,00-10,99	10,83	0,03	9,96	0,87
11,00-11,99	11,40	0,35	11,35	0,92
12,00-12,99	12,66	0,35	12,36	0,94
13,00-13,99	13,44	0,20	14,24	0,47
14,00-14,99	14,52	0,20	14,83	0,37
15,00-15,99	15,55	0,20	15,61	0,48
16,00-16,99	16,40	0,20	16,46	0,61

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

$r = 0,983$   $p = 0,000$   $n = 75$

$r$  (Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (TW2) y la edad cronológica).

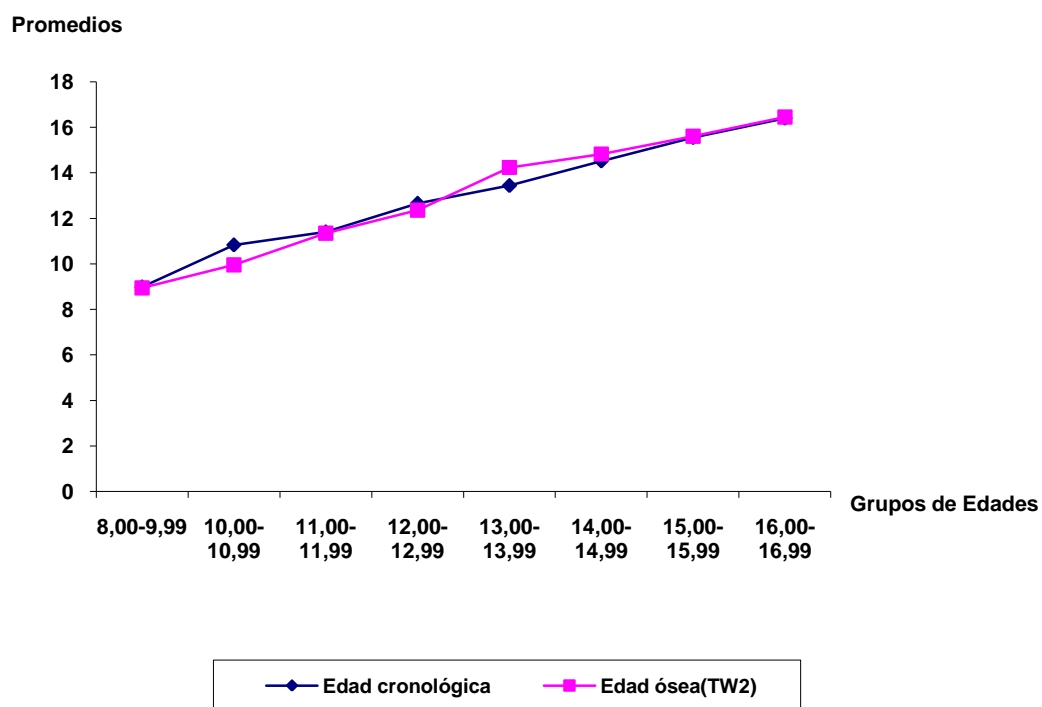


Figura 37 Gráfico 2 Promedios de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) por grupo de edades y sexo masculino.

Fuente: Tabla 2

Tabla 3 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo femenino.

Grupo de Edades	Edad Cronológica		Edad Ósea (Demirjian)	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>3</sub>	DE <sub>3</sub>
8,00-8,99	8,38	0,33	8,98	0,59
9,00-9,99	9,87	0,17	9,30	0,26
10,00-10,99	10,53	0,33	11,62	0,47
11,00-11,99	11,58	0,24	12,77	0,68
12,00-12,99	12,75	0,20	13,17	0,37
13,00-13,99	13,42	0,28	15,30	0,73
14,00-14,99	14,86	0,01	16,00	0,00
15,00-16,99	15,19	0,14	15,72	0,62

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>3</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>3</sub> Desviación Estándar

$r = 0,969$   $p = 0,000$   $n = 75$

r (Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea(TW2) y la edad cronológica).

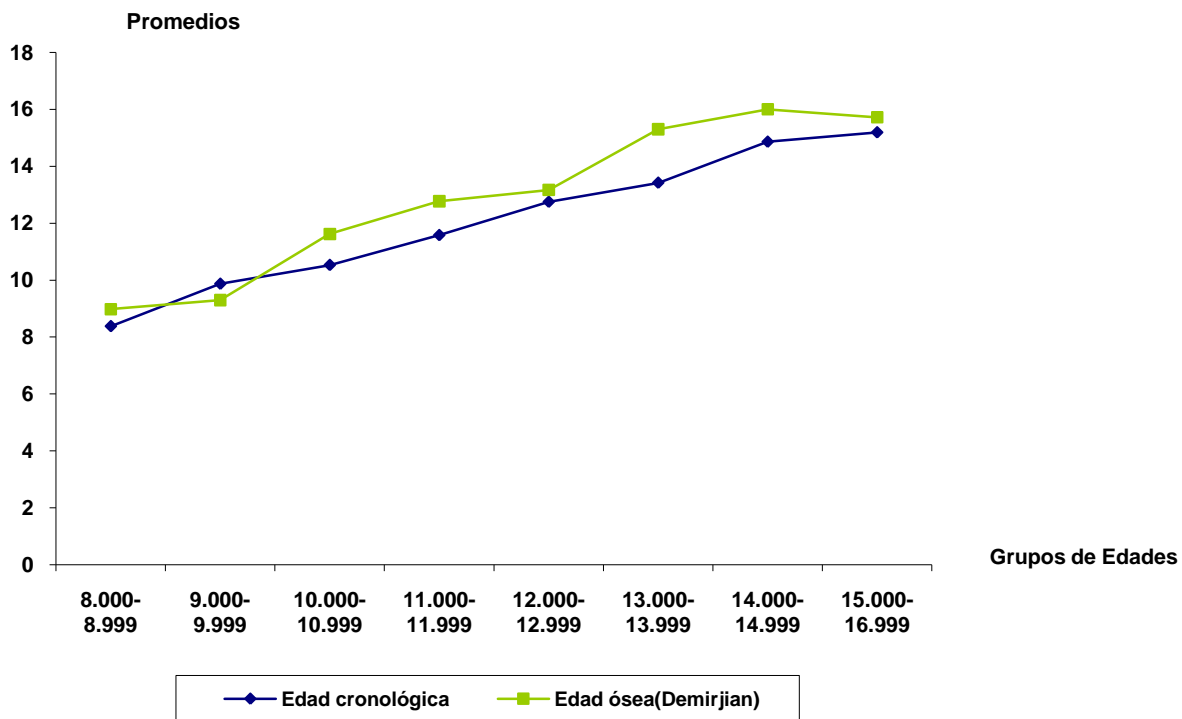


Figura 38 Gráfico 3 Promedios de la edad cronológica y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo femenino.

Fuente: Tabla 3

Tabla 4 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo masculino.

Grupo de Edades	Edad Cronológica		Edad Ósea (Demirjian)	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>3</sub>	DE <sub>3</sub>
8,00-9,99	8,98	0,66	9,44	0,77
10,00-10,99	10,83	0,03	10,55	1,09
11,00-11,99	11,40	0,35	11,83	0,84
12,00-12,99	12,66	0,35	12,56	1,05
13,00-13,99	13,44	0,20	14,46	0,35
14,00-14,99	14,52	0,20	15,93	0,22

15,00-15,99	15,55	0,20	16,00	0,00
16,00-16,99	16,40	0,20	15,89	0,14

$X_1$  Media de la edad cronológica

$DE_1$  Desviación Estándar

$X_3$  Media de la edad ósea (Demirjian)

$DE_3$  Desviación Estándar

$r = 0,968$   $p = 0,000$   $n = 75$

$r$  (Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea(Demirjian) y la edad cronológica).



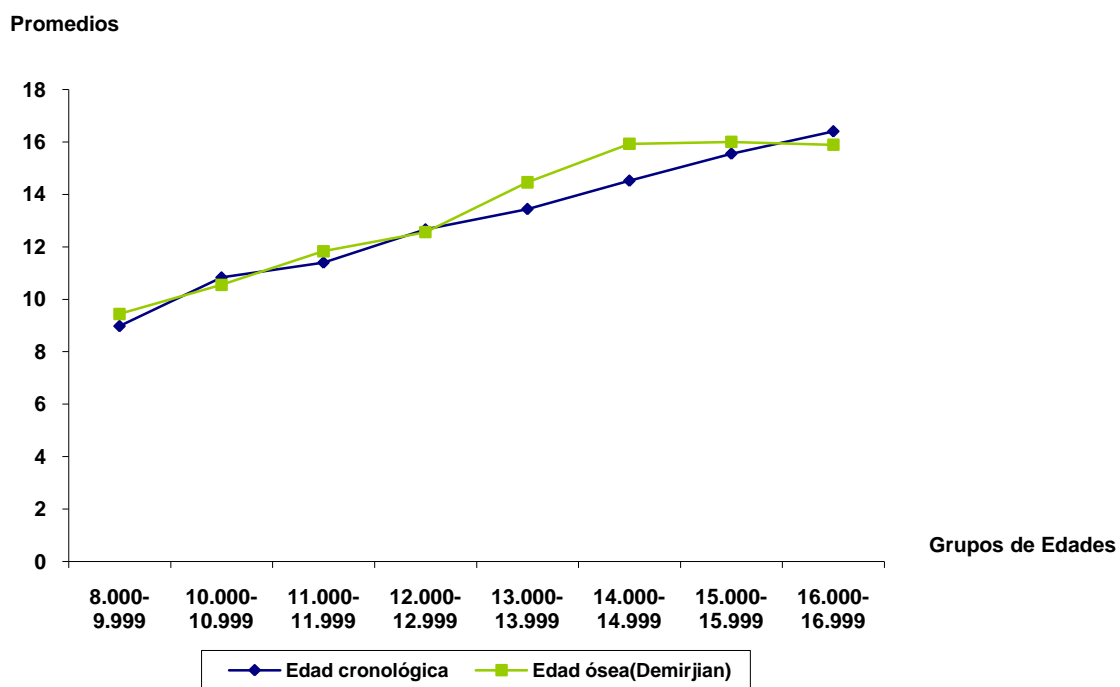


Figura 39 Gráfico 4 Promedios de la edad cronológica y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo masculino.

Fuente: Tabla 4

Tabla 5 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de maduración esquelética y sexo.

Estadio de maduración esquelética	Edad Cronológica				Edad Ósea (TW2)			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>
1	8,59	0,66	11,38	1,34	8,97	1,25	10,66	1,11
2	10,06	0,54	11,61	0,87	10,25	0,71	10,50	1,20
3	11,63	1,35	11,71	0,65	11,82	0,84	10,50	0,89
4	11,35	1,71	13,76	0,80	11,78	1,18	14,20	0,14
5	11,77	1,18	13,82	1,13	12,34	0,99	14,57	0,72
6	13,34	0,97	14,96	0,97	13,77	0,79	15,46	0,54
7	15,31	0,17	16,35	0,48	15,45	0,07	16,08	0,62
8	14,24	0,98	16,25	0,23	14,45	1,03	16,56	0,28

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

Sexo Femenino  $\rho = 0,855$   $p = 0,000$   $n = 75$

Sexo Masculino  $\rho = 0,903$   $p = 0,000$   $n = 75$

$\rho$  (Coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración esquelética).

Tabla 6 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de maduración de las vértebras cervicales y sexo.

Estadio de maduración vértebras cervicales	Edad Cronológica				Edad Ósea (TW2)			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>
1	8,94	0,81	10,95	1,06	9,36	1,29	10,67	1,29
2	11,63	1,33	13,13	0,79	11,71	1,14	13,05	1,34
3	11,91	1,17	14,27	1,17	12,31	1,02	14,70	0,73
4	14,21	1,01	15,11	0,91	14,29	1,13	13,64	0,52
5	14,54	0,91	15,62	0,41	14,76	0,82	16,26	0,60

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

$X_2$  Media de la edad ósea (TW2)

$DE_2$  Desviación Estándar

Sexo femenino  $\rho=0.847$   $p = 0,000$   $n = 75$

Sexo masculino  $\rho = 0.910$   $p = 0,000$   $n = 75$

$\rho$  (Coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración de las vértebras cervicales).

Tabla 7 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo y sexo.

Estadio de calcificación  canino  mandibular  izquierdo	Edad Cronológica				Edad Ósea (TW2)			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>
E	-	-	8,20	0,25	-	-	8,10	0,16
F	8,77	0,76	10,61	1,19	9,23	1,33	9,63	0,86
G	10,31	0,72	11,84	1,08	10,94	1,01	11,95	1,16
H	13,09	1,55	14,94	1,20	13,15	1,61	15,09	1,03

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

Sexo femenino rho=0,812 p = 0,000 n =75

Sexo masculino  $\rho = 0,850$   $p = 0,000$   $n = 75$

$\rho$  (Coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo).

Tabla 8 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y edad ósea (TW2) por estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo y sexo.

Estadio de calcificación segundo premolar mandibular izquierdo	Edad Cronológica				Edad Ósea (TW2)			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
	$X_1$	$DE_1$	$X_1$	$DE_1$	$X_2$	$DE_2$	$X_2$	$DE_2$
E	9,17	0,84	10,34	1,58	9,92	1,18	9,46	0,26
F	10,61	1,40	11,50	0,77	10,85	1,84	11,43	1,07
G	11,93	0,87	12,60	0,88	12,48	1,36	13,59	1,19
H	14,35	0,81	15,31	1,04	13,98	1,33	15,34	0,83

$X_1$  Media de la edad cronológica

$DE_1$  Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

			DE <sub>2</sub>
Estadio de	Edad Cronológica	Edad Ósea (TW2)	Desvia
			ción
			Están
			dar
			Sexo
			femen
			ino
			rho=
			0,912
			p =
			0,000
			n =75

Sexo masculino rho =0,897 p = 0,000 n =75

rho (Coeficiente de correlación lineal de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo).

Tabla 9 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad cronológica y la edad ósea (TW2) según estadios de maduración de la falange media del tercer dedo y sexo.

maduración falange media del tercer dedo	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>
A	8,59	0,66	11,38	1,34	8,97	1,25	10,66	1,11
B	11.55	1.40	13.06	0.71	11.52	0.92	13.25	0.92
C	11,77	1,18	13,82	1,13	12,34	0,99	14,57	0,72
D	13.83	1.23	15.93	0.86	13.59	1.17	15.70	0.63
E	14.24	0.98	16.25	0.23	14.45	1.03	16.56	0.28

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

Sexo Femenino rho=0,888 p = 0,000 n =75

Sexo Masculino rho= 0,921 p = 0,000 n =75

rho (Coeficiente de correlación de Spearman entre la edad ósea (TW2) y los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo).





Tabla 10 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad de aparición de la menarquia, la edad cronológica, la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian) en pacientes femeninas con menarquia según grupos de edades.

Grupo de Edades	Edad de aparición		Edad Cronológica		Edad Ósea (TW2)		Edad Ósea (Demirjian)	
	X	DE	X <sub>1</sub>	DE <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	DE <sub>3</sub>
10,00-10,99 (n=2)	10,00	0,00	10,03	0,01	10,30	0,01	11,30	0,01
12,00-12,99 (n=6)	11,17	0,75	12,69	0,24	13,50	1,08	13,27	0,27
13,00-13,99 (n=7)	12,00	0,00	13,43	0,35	13,94	0,51	15,00	0,68
14,00-14,99 (n=10)	12,40	0,52	14,43	0,01	14,78	0,46	16,00	0,00
15,00-16,99 (n=5)	12,80	0,84	15,19	0,14	15,20	0,70	15,72	0,63
Total (n=30)	12,00	1,00	13,83	1,42	13,87	1,45	14,86	1,46

X Media de la edad de aparición de la menarquia

DE Desviación Estándar

X<sub>1</sub> Media de la edad cronológica

DE<sub>1</sub> Desviación Estándar

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

X<sub>3</sub> Media de la edad ósea (Demirjian)

DE<sub>3</sub> Desviación Estándar

Tabla 11 Estadios de maduración esquelética en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades. \*

Grupo de Edades	Estadio de maduración esquelética							
	5		6		7		8	
	#	%	#	%	#	%	#	%
10,00-10,99 (n=2)	2	6,67	-	-	-	-	-	-
12,00-12,99 (n=6)	-	-	2	6,67	-	-	4	13,33
13,00-13,99 (n=7)	2	6,67	3	10,00	-	-	2	6,67

14,00-14,99 (n=10)	-	-	-	-	-	-	10	33,33
15,00-16,99 (n=5)	-	-	1	3,33	2	6,67	2	6,67
Total (n=30)	4	13,33	6	20,00	2	6,67	18	60,00

\* El porcentaje se calculó en base al total de pacientes con menarquia (30).

Tabla 12 Estadios de maduración de las vértebras cervicales en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades.\*

Grupo de Edades	Estadio de maduración de las vértebras cervicales							
	2		3		4		5	
	#	%	#	%	#	%	#	%
10,00-10,99 (n=2)	-	-	2	6,67	-	-	-	-
12,00-12,99 (n=6)	2	6,67	2	6,67	1	3,33	1	3,33
13,00-13,99 (n=7)	1	3,33	2	6,67	2	6,67	2	6,67
14,00-14,99 (n=10)	-	-	-	-	4	13,33	6	20,00
15,00-16,99 (n=5)	-	-	-	-	1	3,33	4	13,33
Total (n=30)	3	10,00	6	20,00	8	26,67	13	43,33

\* El por ciento se calculó en base al total de pacientes con menarquia (30).

Tabla 13 Estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades. \*

Grupo de Edades	Estadio de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo					
	F		G		H	
	#	%	#	%	#	%
10,00-10,99 (n=2)	2	6,67	-	-	-	-
12,00-12,99 (n=6)	-	-	6	20,00	-	-
13,00-13,99 (n=7)	-	-	-	-	7	23,33
14,00-14,99 (n=10)	-	-	-	-	10	33,33
15,00-16,99 (n=5)	-	-	-	-	5	16,67
Total (n=30)	2	6,67	6	20,00	22	73,33

\* El porcentaje se calculó en base al total de pacientes con menarquia (30).

Tabla 14 Estadios de maduración de la falange media del tercer dedo en pacientes femeninas con menarquia según grupo de edades. \*

Grupo de Edades	Estadio de maduración de la falange media del tercer dedo					
	C		D		E	
	#	%	#	%	#	%
10,00-10,99 (n=2)	2	6,67	-	-	-	-
12,00-12,99 (n=6)	-	-	2	6,67	4	13,33
13,00-13,99 (n=7)	2	6,67	3	10	2	6,67
14,00-14,99 (n=10)	-	-	-	-	10	33,33
15,00-16,99 (n=5)	-	-	3	10	2	6,67
Total (n=30)	4	13,33	8	26,67	18	60,00

\* El porcentaje se calculó en base al total de pacientes con menarquia (30).



Tabla 15 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo femenino.

Grupo de edades	Edad Ósea (TW2)		Edad Ósea (Demirjian)		p
	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	DE <sub>3</sub>	
8,00-8,99	8,72	1,22	8,98	0,59	0,333
9,00-9,99	10,55	0,47	9,30	0,26	0,007**
10,00-10,99	10,58	0,98	11,62	0,47	0,646
11,00-11,99	12,36	0,47	12,77	0,68	0,005**
12,00-12,99	13,32	0,89	13,17	0,37	0,074
13,00-13,99	12,57	0,73	15,30	0,73	0,012*
14,00-14,99	14,78	0,46	16,00	0,00	0,721
15,00-16,99	15,20	0,70	15,72	0,62	0,893

\*p <0,050

\*\*p <0,010

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

$X_3$  Media de la edad ósea (Demirjian)

$DE_3$  Desviación Estándar

p (Probabilidad asociada con la prueba de Wilcoxon).

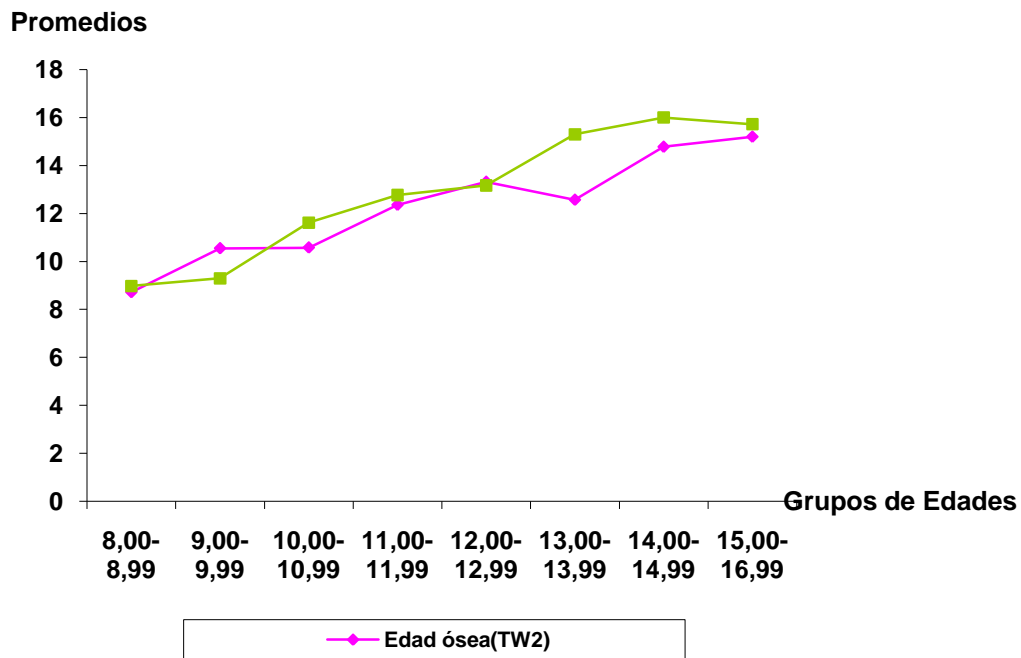
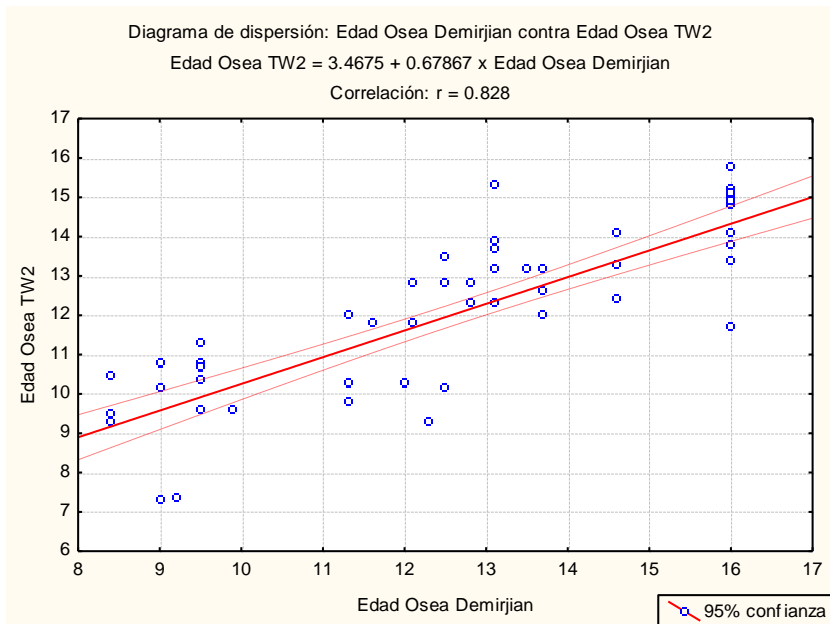


Figura 40 Gráfico 5 Promedios de la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo femenino.

Fuente: Tabla 15



$r = 0.828$      $p = 0.000$      $n = 75$

Figura 41 Gráfico 6 Diagrama de dispersión y recta ajustada por la ecuación de regresión simple, infiriendo edad ósea TW2 (Y) en función de la edad ósea Demirjian (X) en el sexo femenino.

r (Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian)).

Fuente: Datos originales

Tabla 16 Promedio (X) y desviación estándar (DE) de la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo masculino.

Grupo de edades	Edad Ósea (TW2)		Edad Ósea (Demirjian)		p
	X <sub>2</sub>	DE <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	DE <sub>3</sub>	
8,00-9,99	8,94	0,97	9,44	0,77	0,345
10,00-10,99	9,96	0,87	10,55	1,09	0,005**
11,00-11,99	11,35	0,92	11,83	0,84	0,093
12,00-12,99	12,36	0,94	12,56	1,05	0,594
13,00-13,99	14,24	0,47	14,46	0,35	0,018*
14,00-14,99	14,83	0,37	15,93	0,22	0,005**
15,00-15,99	15,61	0,48	16,00	0,00	0,042*
16,00-16,99	16,46	0,61	15,89	0,14	0,514

\*p <0,050

\*\*p <0,010

X<sub>2</sub> Media de la edad ósea (TW2)

DE<sub>2</sub> Desviación Estándar

X<sub>3</sub> Media de la edad ósea (Demirjian)

DE<sub>3</sub> Desviación Estándar

p (Probabilidad asociada con la prueba de Wilcoxon).

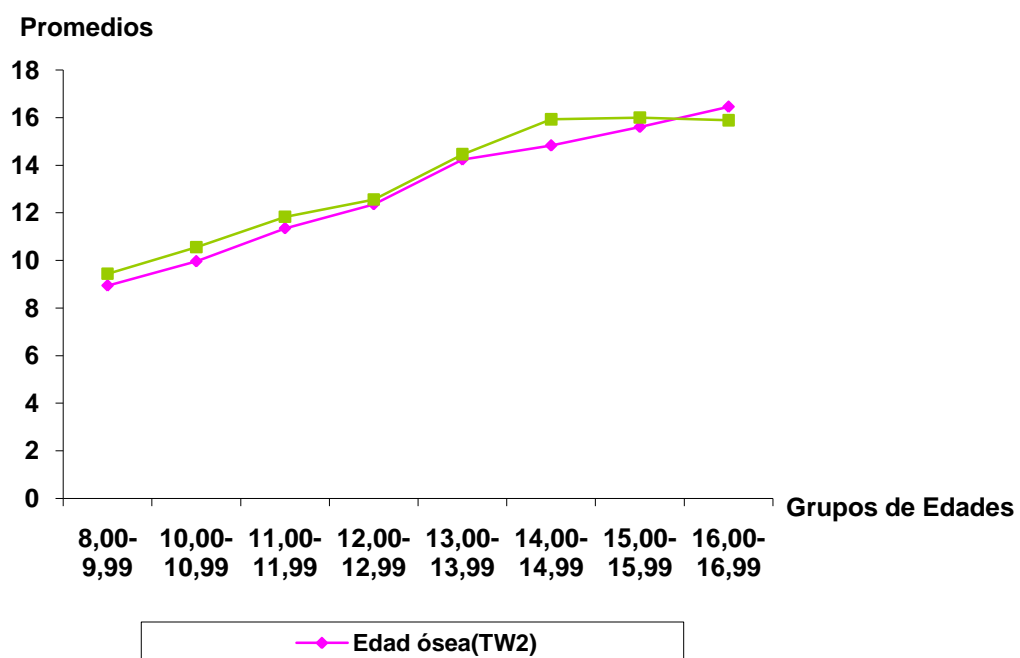
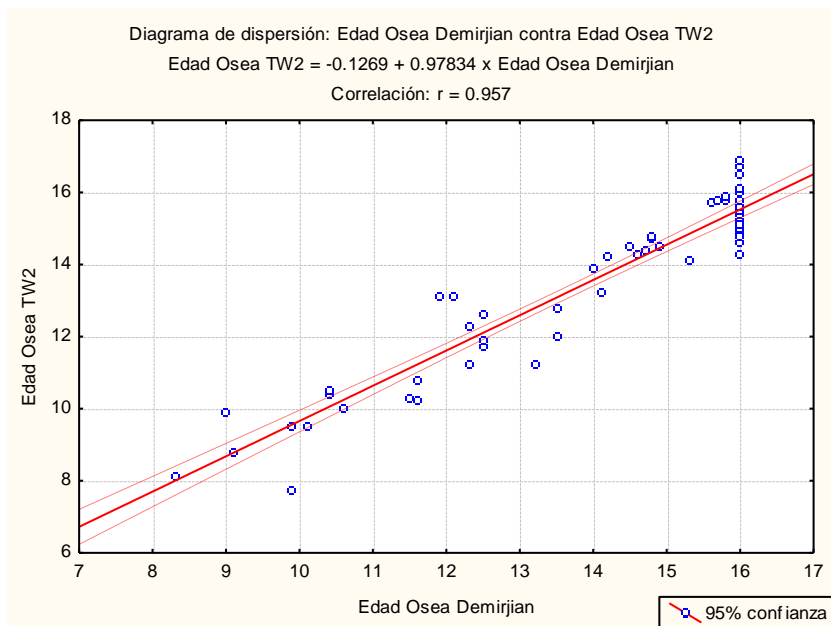


Figura 42 Gráfico 7 Promedios de la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian) por grupo de edades y sexo masculino.

Fuente: Tabla 16





$r = 0.957$

$p = 0.000$   $n = 75$

Figura 43 Gráfico 8 Diagrama de dispersión y recta ajustada por la ecuación de regresión simple, infiriendo edad ósea TW2 (Y) en función de la edad ósea Demirjian (X) en el sexo masculino.

$r$  (Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea (TW2) y la edad ósea (Demirjian)).

Fuente: Datos originales



Tabla 17 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de las vértebras cervicales.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de maduración de las vértebras cervicales									
		1		2		3		4		5	
		No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
1	12	12	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	8	5	62,50	3	37,50	-	-	-	-	-	-
3	10	-	-	10	100,00	-	-	-	-	-	-
4	4	-	-	4	100,00	-	-	-	-	-	-
5	15	-	-	5	33,33	10	66,67	-	-	-	-
6	6	-	-	-	-	2	33,33	4	66,67	-	-
7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100,00
8	18	-	-	2	11,11	1	5,56	4	22,22	11	61,11

Coeficiente Kappa = 0,828

$p=0,000$

$n=75$

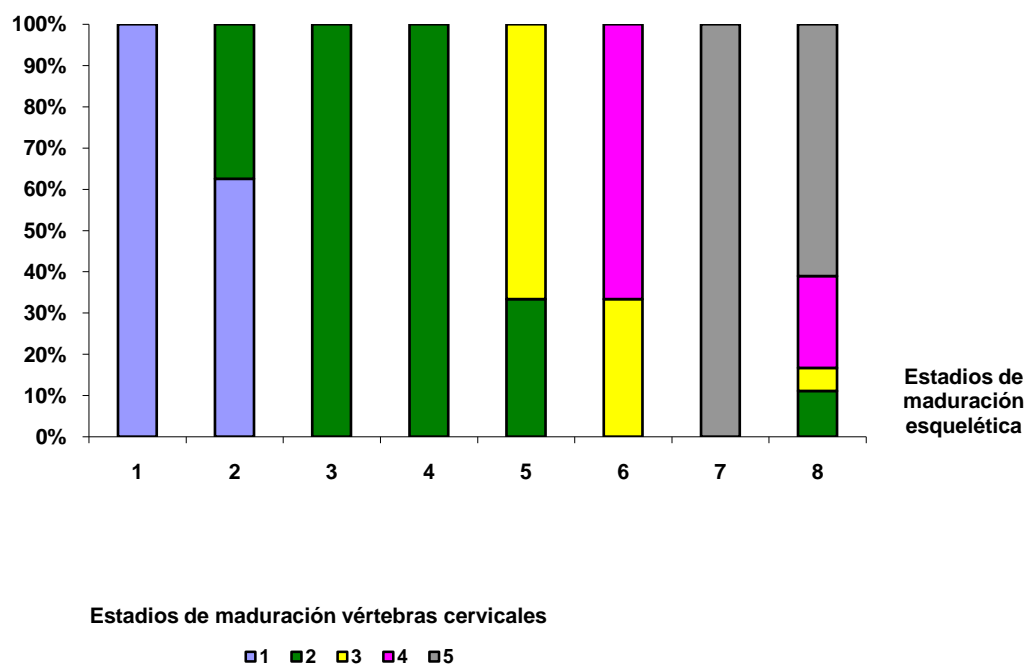


Figura 44 Gráfico 9 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de las vértebras cervicales.

Fuente: Tabla 17

Tabla 18 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de las vértebras cervicales.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de maduración de las vértebras cervicales									
		1		2		3		4		5	
		No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
1	15	15	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	11	10	90,91	1	9,09	-	-	-	-	-	-
3	12	10	83,33	2	16,67	-	-	-	-	-	-
4	2	-	-	2	100,00	-	-	-	-	-	-
5	20	-	-	1	5,00	18	90,00	1	5,00	-	-
6	8	-	-	-	-	-	-	8	100,00	-	-
7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	100,00
8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100,00

Coeficiente Kappa = 0,767

p=0,000

n=75

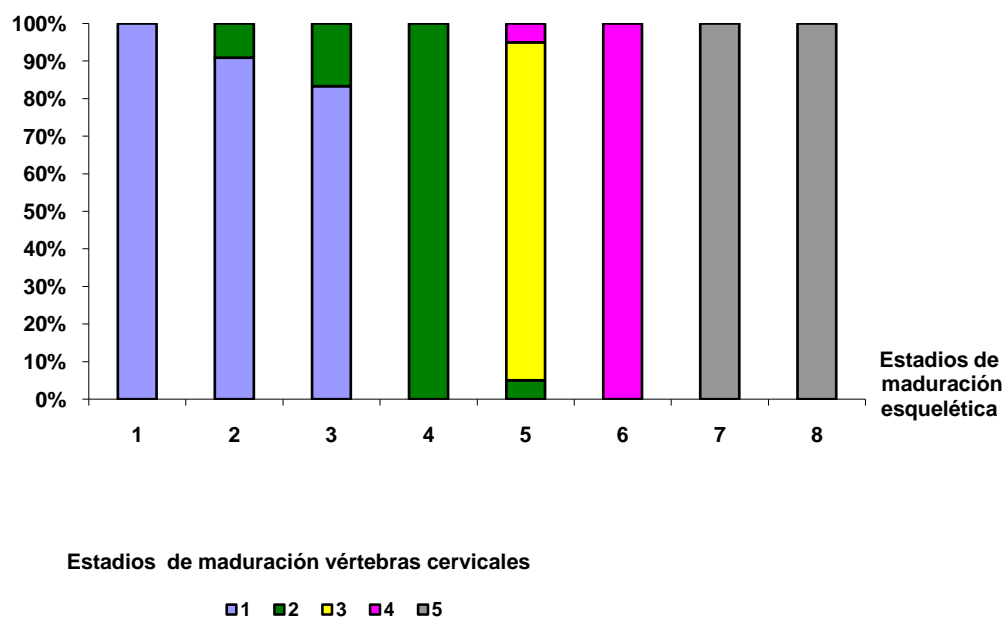


Figura 45 Gráfico 10 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de las vértebras cervicales.

Fuente: Tabla 18

Tabla 19 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo					
		F		G		H	
		No	%	No	%	No	%
1	12	12	100,00	-	-	-	-
2	8	8	100,00	-	-	-	-
3	10	8	80,00	2	20,00	-	-
4	4	2	50,00	2	50,00	-	-
5	15	-	-	11	73,33	4	26,67
6	6	-	-	-	-	6	100,00
7	2	-	-	-	-	2	100,00
8	18	-	-	-	-	18	100,00

Coeficiente Kappa = 0,810

$p=0,000$

$n=75$

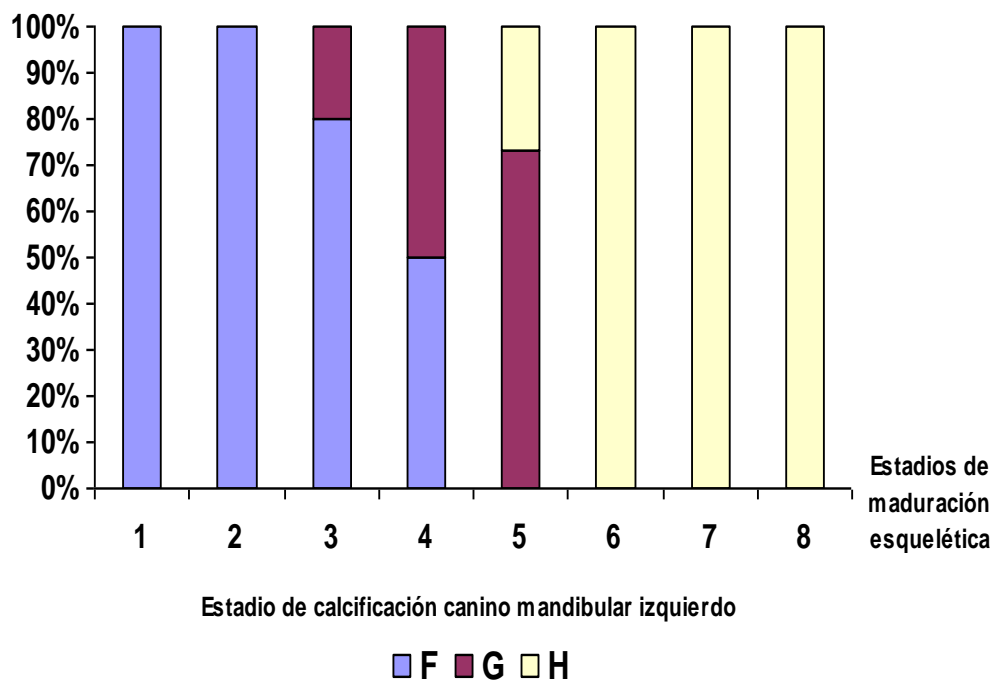


Figura 46 Gráfico 11 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo.

Fuente: Tabla 19



Tabla 20 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo							
		E		F		G		H	
		No	%	No	%	No	%	No	%
1	15	2	13,33	13	86,67	-	-	-	-
2	11	-	-	11	100,00	-	-	-	-
3	12	-	-	10	83,33	2	16,67	-	-
4	2	-	-	2	100,00	-	-	-	-
5	20	-	-	-	-	20	100,00	-	-
6	8	-	-	-	-	-	-	8	100,00
7	5	-	-	-	-	-	-	5	100,00
8	2	-	-	-	-	-	-	2	100,00

Coeficiente Kappa = 0,913

p=0,000

n=75

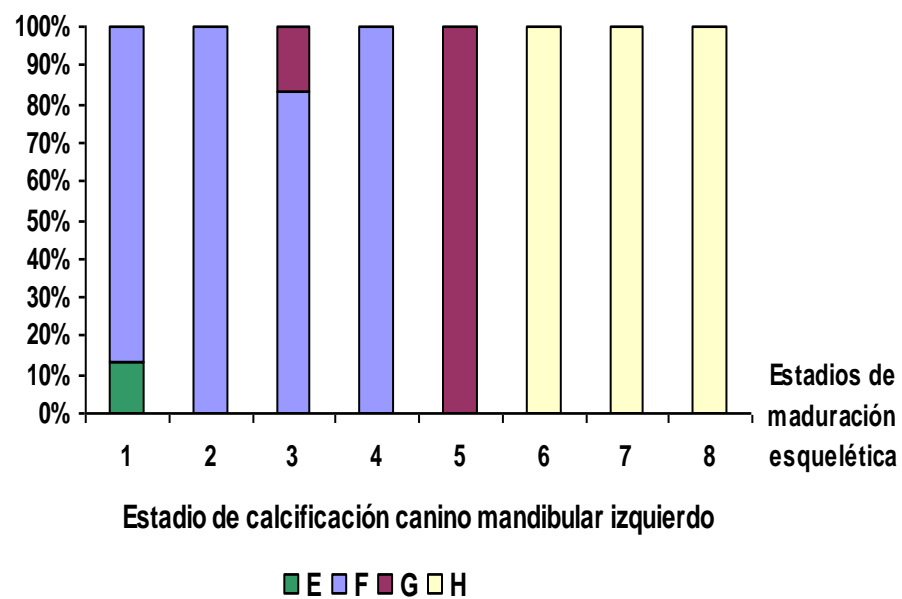


Figura 47 Gráfico 12 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo.

Fuente: Tabla 20

Tabla 21 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo							
		E		F		G		H	
		No	%	No	%	No	%	No	%
1	12	10	83,33	2	16,67	-	-	-	-
2	8	4	50,00	4	50,00	-	-	-	-
3	10	7	70,00	3	30,00	-	-	-	-
4	4	-	-	3	75,00	1	25,00	-	-
5	15	-	-	2	13,33	11	73,34	2	13,33
6	6	-	-	-	-	2	33,33	4	66,67
7	2	-	-	-	-	-	-	2	100,00
8	18	-	-	-	-	4	22,22	14	77,78

Coefficiente Kappa = 0,817

$p=0,000$

$n=75$

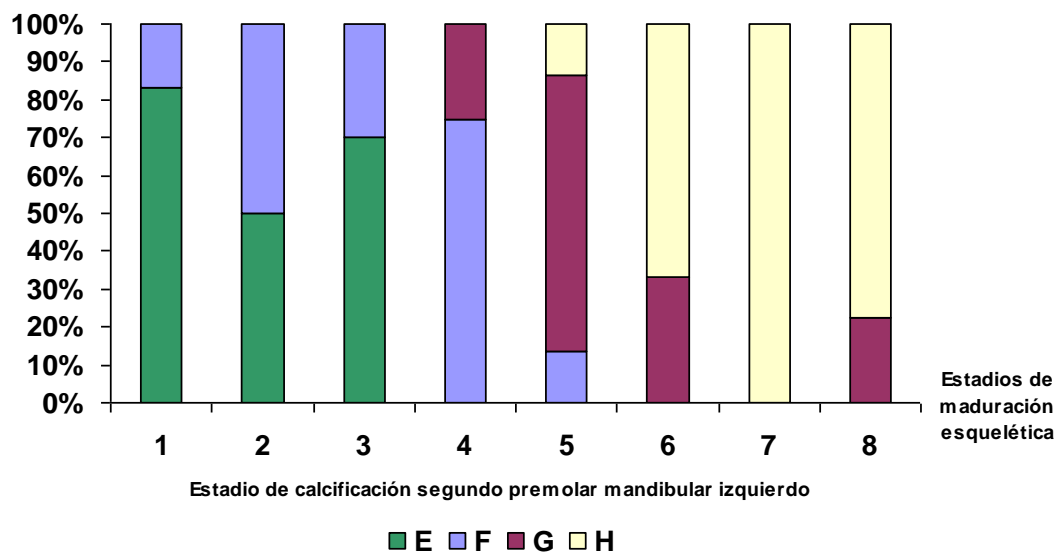


Figura 48 Gráfico 13 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.

Fuente: Tabla 21

Tabla 22 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo							
		E		F		G		H	
		No	%	No	%	No	%	No	%
1	15	14	93,33	1	6,67	-	-	-	-
2	11	7	63,64	4	36,36	-	-	-	-
3	12	10	83,34	1	8,33	-	-	1	8,33
4	2	-	-	2	100,00	-	-	-	-
5	20	-	-	2	10,00	15	75,00	3	15,00
6	8	-	-	-	-	6	75,00	2	25,00
7	5	-	-	-	-	-	-	5	100,00
8	2	-	-	-	-	-	-	2	100,00

Coefficiente Kappa = 0,771

p=0,000

n=75



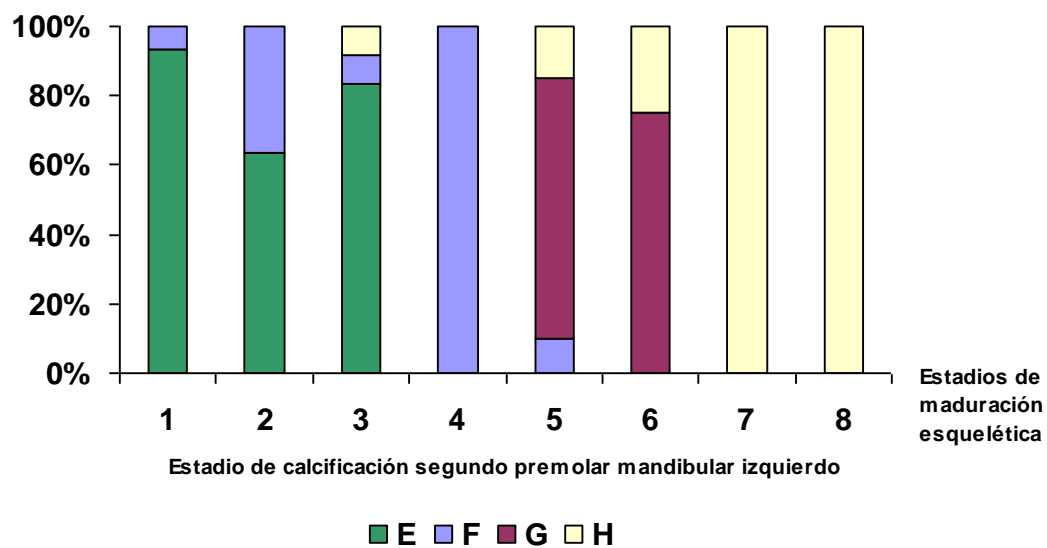


Figura 49 Gráfico 14 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de calcificación del segundo premolar mandibular izquierdo.

Fuente: Tabla 22

Tabla 23 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de maduración de la falange media del tercer dedo									
		A		B		C		D		E	
		No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
1	12	12	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	8	-	-	8	100,00	-	-	-	-	-	-
3	10	-	-	10	100,00	-	-	-	-	-	-
4	4	-	-	4	100,00	-	-	-	-	-	-
5	15	-	-	-	-	15	100,00	-	-	-	-
6	6	-	-	-	-	-	-	6	100,00	-	-
7	2	-	-	-	-	-	-	2	100,00	-	-
8	18	-	-	-	-	-	-	-	-	18	100,00

Coeficiente Kappa = 1,000

p=0,000

n=75

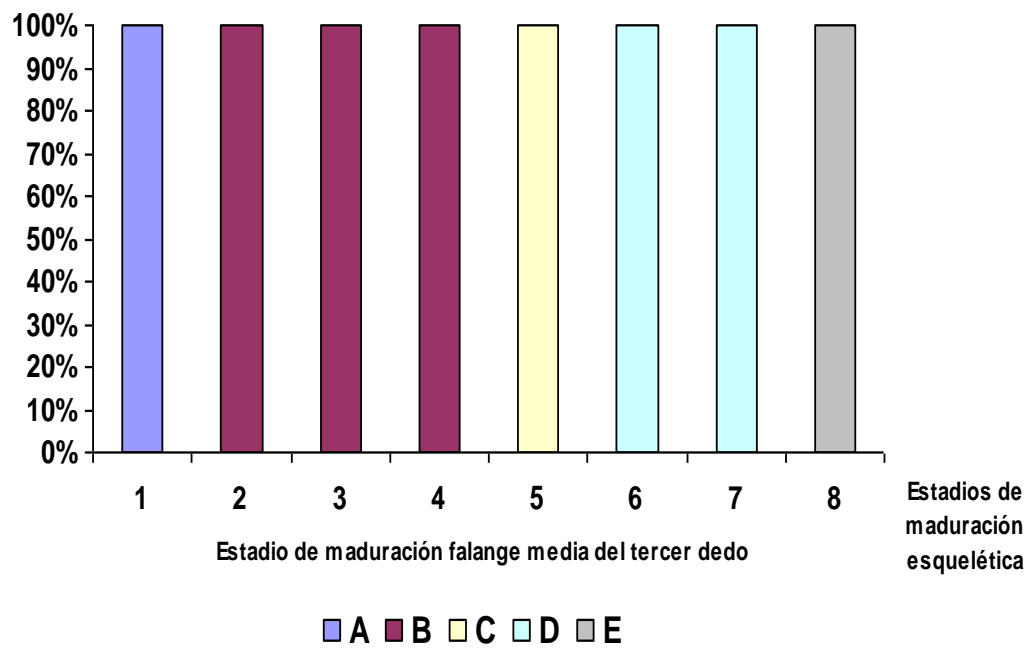


Figura 50 Gráfico 15 Porcentaje de pacientes femeninas según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

Fuente: Tabla 23

Tabla 24 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

Estadios de maduración esquelética	Total	Estadios de maduración de la falange media del tercer dedo									
		A		B		C		D		E	
		No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
1	15	15	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	11	-	-	11	100,00	-	-	-	-	-	-
3	12	-	-	12	100,00	-	-	-	-	-	-
4	2	-	-	2	100,00	-	-	-	-	-	-
5	20	-	-	-	-	20	100,00	-	-	-	-
6	8	-	-	-	-	2	25,00	6	75,00	-	-
7	5	-	-	-	-	-	-	5	100,00	-	-
8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100,00

Coeficiente Kappa = 0,964

p=0,000

n=75

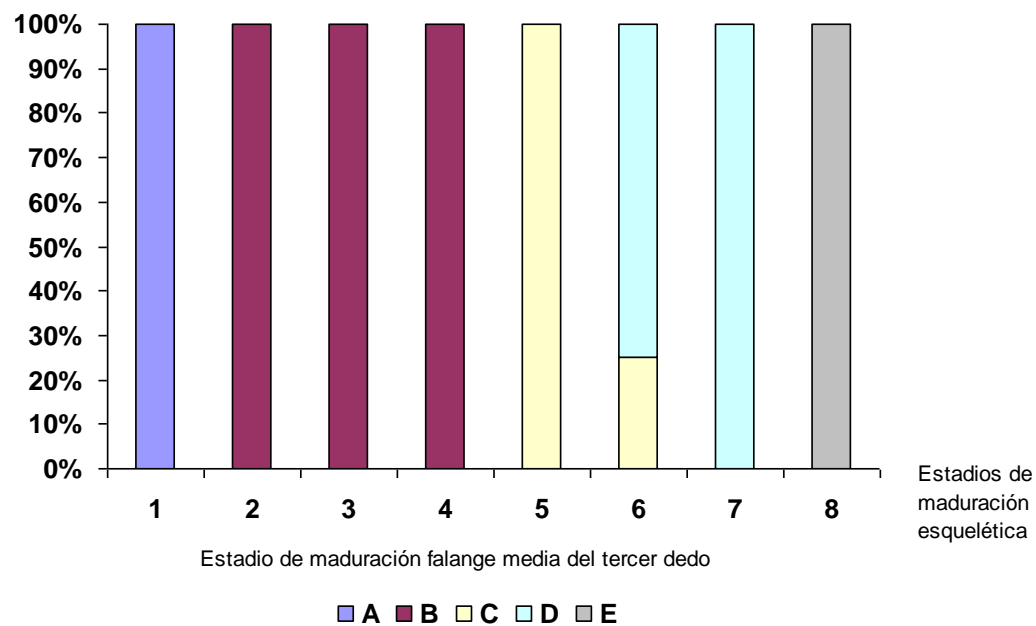


Figura 51 Gráfico 16 Porcentaje de pacientes masculinos según estadios de maduración esquelética y estadios de maduración de la falange media del tercer dedo.

Fuente: Tabla 24

### Anexo 13. Producción Científica de la autora sobre el tema la Tesis.

Producción Científica de la autora sobre el tema de la Tesis:

La autora ha publicado varios trabajos relacionados con esta Tesis, los mismos se acotan a continuación:

1. Toledo Mayarí G, Guzmán Rubín EB, González Piquero G, Otaño Lugo R. Determinación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
2. Toledo Mayarí G, Camacho Alemán LB, Collado Pereira E, Otaño Lugo R. Determinación de la maduración ósea a través del desarrollo dental en pacientes de ortodoncia. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
3. Gayoso Navas A, Toledo Mayarí G, González Espíndola ME, Otaño Lugo R. Estudio de la maduración ósea por el método de Tanner y Whitehouse en pacientes de ortodoncia. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
4. Toledo Mayarí G, Darwish Alwazir S, Otaño Lugo R. Estudio de la maduración ósea por el método de Grave y Brown en pacientes de ortodoncia. [En CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Estomatología. Ciudad de La Habana. 2005. ISBN 959-7164-33-7.
5. Toledo Mayarí G, Otaño Lugo R, Egaña Morales E, Páez Castillo RM. Análisis de la maduración ósea en pacientes de Ortodoncia. [En CD-ROM]. II Convención de Ciencias



Básicas Médicas Girón 2007. Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas “Victoria de Girón”. 2007. ISBN: 978-959-7158-66-0.

6. Toledo Mayarí G, Otaño Lugo R, Egaña Morales E, Páez Castillo RM. Análisis de la maduración ósea en pacientes de Ortodoncia. 2007. [Póster electrónico en línea]. II Convención de Ciencias Básicas Médicas Girón 2007. Disponible en: [http://www.giron.sld.cu/giron\\_2007/posters/poster2\\_archivos/frame.htm](http://www.giron.sld.cu/giron_2007/posters/poster2_archivos/frame.htm). [consulta: 18 oct 07].