



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
ESCUELA DE GRADUADOS
MAGISTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS
MENCION PATOLOGIA Y MEDICINA ORAL**

“ESTIMACIÓN DE LA EDAD CRONOLÓGICA EN POBLACIÓN CHILENA A TRAVÉS DEL ESTUDIO RADIOGRÁFICO DEL DESARROLLO DEL TERCER MOLAR”

JORGE PINARES TOLEDO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

TUTOR PRINCIPAL:
PROF. DR. LUIS CIOCCA GÓMEZ

TUTOR ASOCIADO:
PROF. DRA. ANA VERÓNICA ORTEGA

SANTIAGO – CHILE

2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE GRADUADOS

INFORME DE APROBACIÓN DE TESIS DE MAGÍSTER EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS MENCIÓN PATOLOGÍA Y MEDICINA ORAL

Se informa al Consejo de Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, que la Tesis de Magíster en Ciencias Odontológicas presentada por el (a) candidato

Jorge Pinares Toledo

Ha sido aprobada por la Comisión Evaluadora de Tesis como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias Odontológicas, mención Patología y Medicina Oral, en examen rendido el 12 de enero del 2014.

COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS

Prof. Eugenio Aspillaga Fontaine

Prof. Rodrigo Villanueva Conejeros

Prof. Juan Carlos Salinas Castro

Con todo mi amor...

A mis padres, Leo y Guillermo, así como también a mi querida esposa, Susana.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer a mi profesor, colega y amigo, Dr. Luis Ciocca Gómez, quién me acogió, desde mis primeros pasos en el interminable camino del conocimiento odontológico.

Quisiera también agradecer a la Dra. Ana Verónica Ortega, por su valiosa y constante ayuda, no tan sólo en la construcción de los aspectos técnicos de este trabajo, sino que también por su permanente apoyo y preocupación durante todo este largo periodo como estudiante de Magister.

Por último, agradezco también al centro radiológico Cimex, por su gran ayuda en la obtención de la muestra requerida para la realización del presente estudio.

ÍNDICE		Página
1. INTRODUCCIÓN.....		1
2. MARCO TEÓRICO.....		5
2.1. Antecedentes del problema		
2.1.1 La estimación de edad		
2.1.2 Estimación de la edad a partir del desarrollo esquelético en subadultos		
2.1.2.1 Aparición de los centros de osificación		
2.1.2.2 Morfología y tamaño de los centros de osificación		
2.1.2.3 Fusión de los centros de osificación		
2.1.2.3.1 Unión de los centros primarios de osificación		
2.1.2.3.2 Unión epifisiaria		
2.1.3 Factores que afectan el crecimiento y desarrollo esquelético		
2.1.4 Desarrollo dental		
2.1.4.1 Odontogénesis		
2.1.4.2 El desarrollo dental como indicador de madurez somática para la estimación de edad		
2.1.4.3 El desarrollo del tercer molar como indicador morfológico de edad		

2.1.5 Estimación de la edad a través del desarrollo dental

2.1.5.1 Antecedentes

2.1.5.2 Métodos en la estimación de edad a través del desarrollo dental

2.1.5.2.1 El método de Schour y Masseler

2.1.5.2.2 Atlas del desarrollo dental de Ubelaker

2.1.5.2.3 Atlas de AlQahtani

2.1.5.2.4 Método de Nolla

2.1.5.2.5 Método de Moorrees

2.1.5.2.6 Método de Haavikko

2.1.5.2.7 Método de Demirjian

2.1.5.3 Ventajas del método de Demirjian en el estudio de la edad

2.2 Planteamiento del problema

2.3 Relevancia del problema

2.3.1 Importancia de la estimación de la edad

2.3.2 Importancia del tercer molar en la estimación de edad

2.3.3 Evidencia sobre la variabilidad del desarrollo del tercer molar

3. HIPÓTESIS.....62

4. OBJETIVOS.....62

4.1	Objetivo general	
4.2	Objetivos específicos	
5.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	64
5.1	Descripción de la muestra	
5.2	Selección de la muestra	
5.3	Diseño de la investigación	
5.4	Variables	
5.5	Análisis estadístico	
5.5.1	Tamaño muestral	
5.5.2	Cálculo del error intraobservador	
5.5.3	Análisis descriptivo e inferencial	
5.6	Instrumentos en la obtención de la muestra y de los datos	
5.7	Criterios aplicados en la obtención de los datos	
6.	RESULTADOS.....	74
6.1	Análisis de la variable edad en la muestra	
6.2	Análisis de la muestra según género y edad	
6.3	Observaciones obtenidas a partir de la unidad de estudio	
6.4	Análisis de la edad cronológica que le corresponde a cada estadio del desarrollo del tercer molar para mujeres y hombres	

6.5 Concordancia entre la edad estimada a través del desarrollo del tercer molar y la real de los individuos de la muestra analizada

6.5.1 Análisis de varianza y test de comparación múltiple de Scheffe

6.5.2 Intervalos de edad a partir de una desviaciones estándar

6.5.3 Validación de las estimaciones basadas en una desviaciones estándar

6.6 Diferencias en el desarrollo del tercer molar intra-arco

6.7 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre arcos dentarios

6.8 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres

6.9 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre individuos chilenos y otras poblaciones estudiadas

7. DISCUSIÓN.....127

7.1 Comentarios generales sobre el estudio

7.2 Edad cronológica que le corresponde a cada estadio del desarrollo del tercer molar, a partir de la muestra analizada

7.3 Diferencias en el desarrollo del tercer molar intra e inter arcos

7.4 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres

7.5	Diferencias en el desarrollo del tercer molar de la muestra chilena respecto de otras poblaciones	
7.6	Grado de acuerdo entre la estimación de la edad realizada a través del desarrollo del tercer molar y la real de los individuos de la muestra	
8.	CONCLUSIONES	153
9.	RESUMEN	157
10.	BIBLIOGRAFÍA	160

1. INTRODUCCIÓN

El hombre, al igual que el resto de los animales, comienza la vida como una única célula, a partir de un ovulo fertilizado. Éste último, guiado por la información genética aportada por cada padre y su interacción con el medioambiente, se divide, crece y desarrolla para dar como resultado un embrión, luego un feto, para posteriormente convertirse en un niño y finalmente en un adulto. Por lo tanto, crecimiento y desarrollo son procesos biológicos muy importantes, que involucran un amplio espectro de cambios somáticos que toman lugar en las dos primeras décadas de vida, los que aunque tienden a ser pensados como un único fenómeno biológico, corresponden a procesos diferentes (1).

El crecimiento por una parte, corresponde al incremento cuantitativo en tamaño o masa, el cual es el resultado de tres procesos celulares subyacentes: incremento en el número celular, incremento en el tamaño celular y por último, incremento de la sustancia intercelular, variando la predominancia de uno u otro mecanismo según la edad del individuo y el tejido involucrado. Desarrollo por otro lado, es definido como una progresión de cambios cualitativos o cuantitativos, que llevan al individuo desde un estado indiferenciado o de inmadurez, a un estado de madurez, altamente organizado y diferenciado. La

Madurez en esta definición, es medida por la capacidad funcional, por ejemplo, el desarrollo de habilidades motoras de un niño que resulta en el estado de madurez que le permite caminar en bipedestación (1, 2).

De esta manera, desde el punto de vista biológico, el individuo subadulto es caracterizado por dos hechos fundamentales; por su grado de crecimiento y por el grado de desarrollo que ha alcanzado. En la medida que el individuo experimenta el proceso de crecimiento en dimensiones lineales (altura), también experimenta otras formas de crecimiento, tales como aumento de peso y cambios en las proporciones corporales, finalizando dicho proceso cuando ha alcanzado el tamaño adulto. Al mismo tiempo, se transforma también en un individuo más “maduro”, progresando hacia el estado de máxima capacidad biológica funcional y cuyo punto de término es alcanzado cuando es funcionalmente capaz de procrear (3).

Por lo tanto, crecimiento y desarrollo son eventos muy importantes, no sólo por que le permiten al individuo alcanzar su tamaño adulto y capacidad funcional máxima, sino que también porque en la medida que éste crece y se desarrolla, va sumando o acumulando cambios corporales, los cuales constituyen indicadores de madurez, que permitirán representar o reflejar el estadio biológico en que se encuentra en un punto determinado de la vida (edad biológica), pudiendo establecer de esta forma una correspondencia con la edad

cronológica y en casos en que sea necesario, estimar la edad cronológica a partir de estos indicadores, lo cual constituye un gran aporte en distintos ámbitos de nuestras vidas y del saber; desde el punto de vista administrativo, legal, en el campo clínico, de la antropología biológica, arqueología, paleontología, así como también en el campo de las ciencias forenses, entre otros (4).

Sin embargo, en la medida que el tiempo pasa, los cambios fisiológicos y/o biomecánicos que constituyen indicadores de madurez a partir de los cuales puede ser estimada la edad calendario de un individuo, se acumulan, pero no necesariamente en forma lineal o regular, por lo que un indicador morfológico puede reflejar la edad cronológica solo incompleta e indirectamente (5). La relación entre el estado del indicador de madurez (I) y la edad del individuo (A) puede ser expresada a través de la función algebraica $I = f(A) + e$, en don “e” corresponde al error aleatorio. De acuerdo a este modelo, “A” puede ser predicho a partir de “I”, sin embargo su exactitud depende de la magnitud de “e”(6), la cual puede variar sustantivamente, especialmente de acuerdo a la serie de referencia utilizada para la estimación, puesto que los procesos de crecimiento y desarrollo además de encontrarse bajo el control de factores genéticos, presentan una importante sensibilidad a estímulos ambientales, de modo que tanto las diferencias de carga genética como de influencias debido a

factores ambientales, determinan un amplio rango de variaciones en los patrones de maduración entre poblaciones (7, 8).

Por lo tanto, el cálculo del error en la estimación de la edad cronológica es muy importante, ya que si el intervalo de error es muy grande, en el contexto por ejemplo de un proceso de identificación médico legal, serán incluidos candidatos irrelevantes, y si el intervalo de error es demasiado estrecho, puede ser excluido el individuo que se busca (9). De esta manera, numerosos autores han recomendado emplear estudios poblacionales de referencia adecuados al caso a analizar para la estimación de la edad (10, 11, 12).

Sin duda, un aspecto de gran relevancia que se desprende de lo anterior, es la inexistencia de estudios publicados, particularmente en relación a la maduración del tercer molar en población chilena, que permitan su aplicación en casos forenses, ajustados a la realidad local. De esta manera, el presente trabajo ha pretendido, a través de la evaluación del desarrollo del tercer molar en un grupo de individuos chilenos, poder contar con un estudio de referencia local, que permita realizar una estimación de edad de mayor exactitud y confianza en casos en que sea requerido.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 La estimación de edad

La estimación de la edad juega un rol muy importante en el quehacer de las ciencias forenses, constituyendo un requerimiento habitual y clave no solo con propósitos identificatorios, sino que también desde el punto de vista legal y criminal. En individuos vivos por ejemplo, la estimación de la edad muchas veces es requerida para determinar la probabilidad de que el individuo examinado haya alcanzado la edad necesaria para adoptar un procedimiento legal determinado. En el caso de fallecidos, el principal objetivo es la reconstrucción del perfil biológico (13) y con ello, contribuir al proceso de identificación, el cual es de gran importancia desde el punto de vista ético, legal y criminal, puesto que constituye el prerrequisito para declarar al individuo como fallecido, siendo además la base para la investigación de crímenes, desastres masivos o de muertes en contexto de guerra.

Sin embargo y desafortunadamente, no es posible predecir la edad exacta de un individuo a partir de indicadores de maduración, por lo tanto el término adecuado para referirse al cálculo de la edad corresponde a una “estimación”, ya que constituye una variable continua, que puede tomar cualquier valor

numérico en años, meses, días y horas, entre cero y un valor superior, que corresponde al tiempo vivido. Diferente de lo que ocurre en la evaluación del sexo, en donde puede ser utilizado el término “determinación”, reflejando la naturaleza categórica de dicha variable (5).

La estimación de la edad se inicia habitualmente describiendo la apariencia o estado de sectores anatómicos definidos, los que adoptan la forma de descriptores, los cuales pueden ser indicadores discretos, observaciones tipológicas o medidas continuas. De todos ellos, los descriptores morfológicos han sido utilizados más frecuentemente, siendo obtenidos a partir de la observación en individuos de edad conocida, de la secuencia de cambios morfológicos experimentados en el tiempo, construyendo así una secuencia de variantes morfológicas discretas (ver figuras 1 y 2), las cuales son generalmente llamadas fases o estadios (14). Algunos ejemplos corresponde a los trabajos de McKern TW y Stewart TD, 1957 (15), que dan un buen resumen del proceso de fusión epifisiaria a través de cinco estadios de fusión (16); otro ejemplo lo constituye el estudio de Nolla CM., 1960 (17), que describe diez estadios de desarrollo de la dentición permanente. Estos indicadores morfológicos de edad, reflejan no sólo los continuos cambios asociados al crecimiento y desarrollo, sino que también la continua adaptación del esqueleto al estrés biomecánico, con la participación del metabolismo mineral, la remodelación y enfermedades.

Por lo tanto, estos indicadores variarán a lo largo de la vida de un individuo y también entre individuos de la misma edad calendario.

En conjunto, varios indicadores morfológicos de madurez representan la caracterización de la real condición fisiológica de un individuo en un momento determinado de su vida, la cual ha sido denominada edad biológica (5, 18, 19). La edad cronológica en contraste, es definida estrictamente por el tiempo, ya que corresponde a la edad calendario del individuo, medida desde el nacimiento en días, meses o años. Existe en general, una correlación entre la edad biológica y cronológica, pudiendo por lo tanto utilizar la edad biológica para predecir la edad calendario o cronológica (19). Sin embargo, en la medida que el tiempo pasa, los cambios ya sean fisiológicos y/o biomecánicos se acumulan, pero no necesariamente en forma lineal o regular, por lo que un indicador morfológico puede reflejar la edad cronológica solo incompleta e indirectamente (5), ya que sus variaciones no son causadas por el paso del tiempo per se, si no que por la suma de procesos biológicos, los cuales están indirectamente asociados con el tiempo calendario (9). De esta manera, la edad cronológica es simplemente una aproximación resumida de los complejos fenómenos biológicos y biomecánicos que resultan en crecimiento y desarrollo somático en jóvenes y en cambios degenerativos en adultos.

Para lograr estimar la edad, un indicador morfológico disponible es comparado entonces con una muestra de edad conocida. De esa forma, la edad estimada a partir del descriptor corresponde a un proceso en donde es traducido el indicador morfológico que refleja la edad biológica en la variable edad cronológica. En la medida que no haya una adecuada correlación entre el indicador y la edad cronológica, tendremos un error involucrado en la transformación. El cálculo de este error es muy importante, ya que en la medida que aumenta, disminuye la exactitud y precisión de la estimación, con el consiguiente riesgo de fracaso en un proceso de identificación (9).

La literatura ha proporcionado a través de los años, numerosos métodos para la estimación de la edad, sin embargo los más ampliamente reconocidos y utilizados en contexto forense pueden ser divididos en métodos dentales y esqueléticos (20).

En el caso de individuos adultos, la estimación de la edad a partir del esqueleto y piezas dentarias, está basada en la evaluación de indicadores de envejecimiento, que corresponden a la universal, progresiva e intrínseca acumulación de cambios degenerativos en dichas estructuras (21). En el caso de individuos subadultos, la evaluación de la edad es realizada generalmente a través del análisis de aquellos eventos más importantes en el proceso de maduración, los que se manifiestan principalmente a través del esqueleto y de

la dentición (22, 23). De esta forma, el crecimiento y desarrollo constituyen indicadores confiables de maduración, que han resultado en patrones bien documentados para la estimación de la edad cronológica (21).

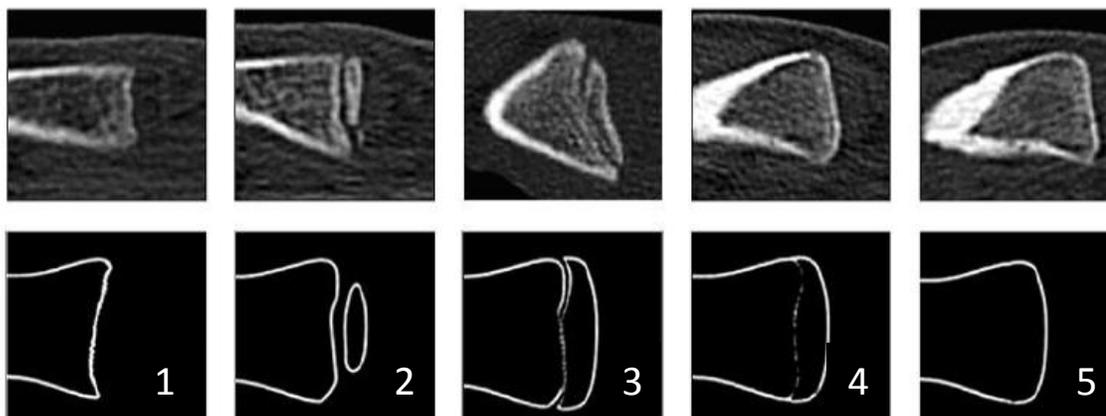


Figura 1. Representación esquemática (abajo) y a través de Tomografía Computada (arriba), de los estadios de cierre epifisario del extremo medial de la clavícula (tomado de Schmeling A, Garamendi PM, Prieto JL, Landa MI. Forensic age estimation in unaccompanied minors and young living adults. Forensic medicine—from old problems to new challenges. Intech 2011: 77-120). Estadio 1: Ausencia de calcificación del centro de osificación epifisial. Estadio 2: Presencia de calcificación del centro de osificación epifisial, pero con ausencia de calcificación a nivel del cartílago epifisario. Estadio 3: Cartílago epifisario parcialmente osificado. Estadio 4: Cartílago epifisario completamente osificado, con persistencia de la línea de unión epifisaria. Estadio 5: Cartílago epifisario completamente osificado, no siendo visible la línea de unión epifisaria.

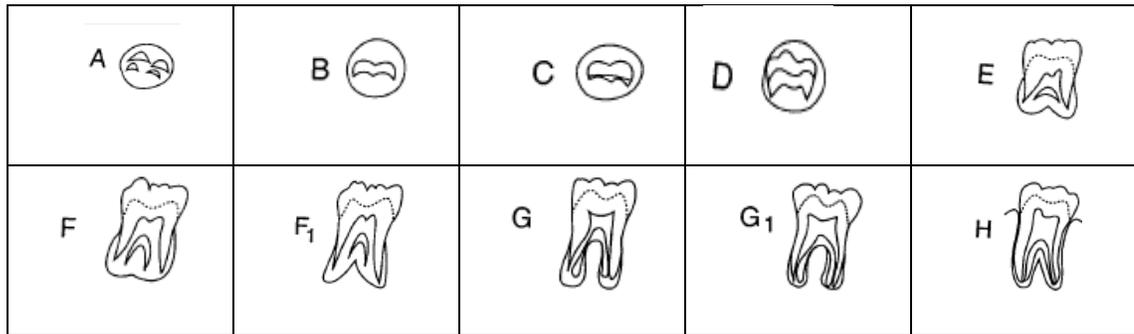


Figura 2. Estadios de formación corono radicular del tercer molar propuestos por Solari A.C. y Abramovitch K., 2002 (12). Estadio A: Calcificación cuspeada pero sin coalescencia. Estadio B: Cúspides mineralizadas y unidas, con la morfología coronaria bien definida. Estadio C: Aproximadamente la mitad de la corona está formada, la cámara pulpar es evidente y hay aposición de dentina. Estadio D: La formación coronaria esta completa hasta la unión esmalte-dentina y la cámara pulpar tiene una forma trapezoidal. Estadio E: Ha comenzado la formación de la zona interradicular y la longitud radicular es menor que la longitud de la corona. Estadio F: La longitud radicular es al menos igual a la longitud coronal y las raíces presentan forma de embudo en su extremo apical. Estadio F₁: La longitud radicular es al menos dos veces mayor que la longitud coronaria y las raíces aún presentan forma de embudo en su extremo apical. Estadio G: Las paredes de las raíces son paralelas, pero los ápices permanecen abiertos. Estadio G₁: Las paredes de las raíces son paralelas, pero los ápices no se encuentran completamente cerrados y el espacio del ligamento periodontal apical es igual o mayor a 1 mm. Estadio H: Cierre radicular apical completo y el espacio del ligamento periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de las raíces.

2.1.2 Estimación de la edad a partir del desarrollo esquelético en subadultos

La información necesaria para la estimación de la edad de un individuo juvenil a partir del esqueleto, proviene de tres fuentes principales, de acuerdo a la fase del desarrollo en que se encuentre. La primera corresponde al tiempo en el cual aparecen los centros de osificación; el segundo, a su apariencia morfológica incluyendo su tamaño, especialmente la longitud de los huesos largos y finalmente, el tiempo en que se produce la fusión de los centros de osificación, particularmente el estado de fusión epifisial (22, 24).

2.1.2.1 Aparición de los centros de osificación

En general, la mayoría de los centros primarios de osificación se forman en la etapa embrionaria y fetal temprana, mientras que la mayoría de los centros secundarios de osificación aparecen después del nacimiento. Los centros de osificación prenatal incluyen aquellos del cráneo, columna vertebral, esternón y los centros primarios de la mayoría de los huesos largos de las extremidades, junto con la cintura escapular y pélvica, así como también las falanges de manos y pies. Sin embargo, algunos centros primarios en el tobillo y otros secundarios alrededor de la rodilla aparecen en las últimas semanas del embarazo (24).

La aparición de los centros de osificación postnatal ocupan un amplio período de tiempo y pueden ser divididos en dos principales categorías: en centros de osificación primarios de la muñeca y del tobillo y centros secundarios de osificación de las epífisis de las costillas, columna vertebral, esternón, de los huesos largos de las extremidades, de la cintura escapular y pélvica. Desde el punto de vista práctico, es posible señalar que la presencia de osificación en el calcáneo, talus y posiblemente en el cuboides, combinado con la presencia de centros secundarios de osificación en fémur distal y en proximal de tibia, habitualmente permite determinar que se trata de un feto de término (25).

De esta manera, la evaluación de la edad en fetos y neonatos pone gran énfasis en el número y localización de los centros de osificación primarios. La secuencia de aparición de los centros de osificación le permite al investigador asignar la edad más probable, basado en aquellos centros presentes y considerando los que aún no se desarrollan (22). Al final del periodo fetal, casi todos los centros primarios de osificación son reconocibles. Al momento del nacimiento, pocos centros secundarios de osificación tal como el extremo distal del fémur, están presentes; no son visibles los cárpales y de los huesos del tarso sólo calcáneo y talus son visibles. Además, la sutura mental está iniciando la fusión (21).

2.1.2.2 Morfología y tamaño de los centros de osificación

Durante el crecimiento y desarrollo, cada centro de osificación asume su propia y única morfología. La mayoría de los centros de osificación endocondral inician su osificación como nódulos esféricos u ovalados, para crecer luego a partir de su centro cartilaginoso. Por lo tanto, cada elemento debe alcanzar un estado morfológico determinado, antes de poder ser identificado de otras unidades anatómicas. La mayoría de los huesos del cráneo, vertebras, costillas y principales huesos largos de las extremidades son reconocibles a partir del periodo fetal medio. Algunos huesos del tobillo y epífisis de huesos largos que inician su desarrollo en forma temprana, pueden ser identificados en los primeros años de vida, mientras que aquellos del carpo y aquellas epífisis de desarrollo tardío, no pueden ser reconocidas hasta la niñez. Finalmente, existe otro grupo de epífisis de la escapula y pelvis que se desarrollan tarde en la adolescencia (24).

Una vez que un elemento óseo es reconocido, el incremento en el tamaño de dicha estructura, particularmente la longitud de la diáfisis durante el proceso de crecimiento, representa información útil para la estimación de la edad (9), ya que existe una estrecha relación entre la edad fetal y el tamaño de las estructuras óseas. La mayor parte de la información disponible del periodo prenatal, relaciona la longitud de las diáfisis de los principales huesos largos,

con la edad gestacional (24). En la evaluación de restos fetales, se cuenta con formulas que permiten estimar la estatura y edad a través de la medición de huesos individuales (9, 26).

De la misma forma, en el caso de recién nacidos e individuos juveniles mayores, la medición especialmente de la longitud de diáfisis, también es útil en la estimación de la edad al momento de la muerte, habiendo disponible datos comparativos a partir de estudios radiográficos de individuos juveniles de sexo y edad conocida al momento de la muerte (27, 28), así como también a partir de estudios en restos arqueológicos (29, 30, 31). Scheuer L. y Black S., 2000, presentan una gran serie de tablas y ecuaciones de regresión para predecir edad en base a huesos largos y en base a la medición de otros elementos anatómicos (24).

Por lo tanto, para evaluar el grado de madurez, es posible utilizar los cambios morfológicos de los elementos óseos o bien la longitud de la diáfisis de los huesos largos (32), sin embargo, la literatura señala que el error potencial en el rango de edad calculado en base al crecimiento de huesos largos, incrementa en la medida que avanza la edad, contribuyendo también en ese sentido las diferencias poblacionales y de sexo (24).

2.1.2.3 Fusión de los centros de osificación

El tiempo de fusión de los diferentes centros de osificación varía significativamente entre los distintos sectores del esqueleto, en parte como respuesta a la función de los tejidos blandos relacionados. Por ejemplo, aquellos componentes del esqueleto que encierran el cerebro y médula espinal alcanzan su unión antes del nacimiento o bien durante la niñez temprana, reflejando el precoz desarrollo del sistema nervioso central. Por otro lado, los huesos largos están entre las áreas del esqueleto que más tardíamente alcanzan su madurez, lo cual es debido en parte al retraso en el crecimiento muscular, especialmente en adolescentes de sexo masculino (24).

Muchos de los huesos del cráneo se desarrollan de un único centro de osificación, para luego fusionarse a nivel de suturas, mientras otros huesos compuestos se desarrollan a partir de numerosos centros primarios, los cuales aparecen dentro de un corto periodo de tiempo. En cambio, la fusión en la mayoría de los huesos postcraneales toma lugar entre los centros de osificación primarios y secundarios (epífisis) (24).

Una vez que las epífisis se encuentran completamente formadas, el tiempo de su fusión proporciona información clave para la estimación de la edad, especialmente durante la adolescencia y adultez temprana (9).

2.1.2.3.1 Unión de los centros primarios de osificación

A nivel de cráneo, la fontanela anterior habitualmente se cierra en los primeros dos años de vida postnatal y la sutura metópica en el primer año, aunque puede tardar un par de años su cierre o bien simplemente no cerrarse. Las porciones laterales del occipital se fusionan a la escama entre el primer y tercer año de vida y la porción basilar se fusiona a las porciones laterales a la edad de 5-7 años (21, 24). Las hemimandíbulas se encuentran separadas al momento del nacimiento, fusionándose en la sínfisis mandibular durante el primer año de vida. Al momento del nacimiento, las vértebras se encuentran separadas en tres porciones. Las mitades de los arcos neurales de la región torácica baja y lumbar superior comienzan su fusión en el primer año, progresando luego craneal y caudalmente. Los arcos cervicales se fusionan a principios del segundo año y la parte lumbar baja alrededor del comienzo del sexto año (24). Los arcos neurales se fusionan a sus centros entre los tres y siete años de edad (21).

En el hueso coxal, la rama isquiopúbica se fusiona primero, la que se produce entre los 5 y 8 años de edad, pudiendo incluso comenzar a los 3 años (24). La unión a nivel del cartílago acetabular comienza a los 10 u 11 años y se completa alrededor de los 13-15 años en mujeres, pudiendo ser más tarde en hombres (21). El cuerpo del esternón en la niñez temprana comprende cuatro segmentos. El segmento más bajo puede comenzar su fusión a los 4 años,

mientras que la unión media se da entre los 11 y 16 años; los dos segmentos superiores se fusionan alrededor de los 20 años (24). El hueso sacro tiene centros de osificación primaria temprano en la infancia (24). A la edad de 5 ó 6 años, estos centros de osificación se unen en cinco vertebras separadas. Los elementos laterales se fusionan temprano en la adolescencia, luego las porciones centrales comienzan su fusión desde la porción más baja en la adolescencia tardía e inicios de la adultez; la unión de S1-S2 puede retrasarse hasta la edad de 32 años en hombres (24).

2.1.2.3.2 Unión Epifisiaria

A nivel esquelético, en las etapas de adolescencia y adultez temprana, la unión entre los centros primarios y secundarios de osificación, corresponde al sistema de mayor utilidad para la estimación de edad. La fusión epifisiaria progresa a través de una serie de estados que pueden ser evaluados macroscópicamente. De acuerdo a la clasificación de McKern y Stewart, 1957 (15), la primera etapa corresponde a la ausencia de unión epifisiaria; posteriormente, el trabeculado metafisiario comienza la unión con la epífisis; la siguiente etapa corresponde a una firme unión entre metafisis y epífisis, permaneciendo un surco alrededor de la zona de unión. La última etapa corresponde a la ausencia del surco de unión. Sin embargo, para tener la posibilidad de traducir las diferentes etapas de

fusión de epífisis-diáfisis a criterios radiológicos, se ha utilizado el criterio de tres estadios descrito por Buikstra y Ubelaker, 1994 (16).

De acuerdo a Klepinger LL, 2006 (21), la fusión de las epífisis de los huesos largos caen dentro de dos grupos, uno de fusión temprana y otro de fusión tardía. El primer grupo comprende el codo, cadera y tobillo; el segundo grupo incluye el hombro, muñeca y rodilla. Adicionalmente, las epífisis de mano, pie y la sincondrosis esfeno-occipital del cráneo se fusionan durante la adolescencia. Los centros secundarios de osificación de vertebras, escapula, clavícula y sacro, entre otros, se fusionan en la etapa de adultez temprana. Además, la clavícula, la cual es referida como el primer hueso largo en mostrar signos de osificación, tiene una epífisis en su extremo medial, la cual probablemente es el último de los centros secundarios de osificación en mostrar signos de cierre (24). En la figura 3, se muestra la localización y rangos de edad asociados al cierre de los distintos centros secundarios de osificación. Sin embargo, cabe señalar que la secuencia de eventos que llevan a la fusión epifisiaria, puede variar significativamente entre individuos provenientes de distintas poblaciones, debido entre otras razones, a factores ambientales. Investigaciones relacionadas con el tiempo de fusión de las epífisis, han mostrado que dichas variaciones deben ser consideradas en la estimación de la edad (9).

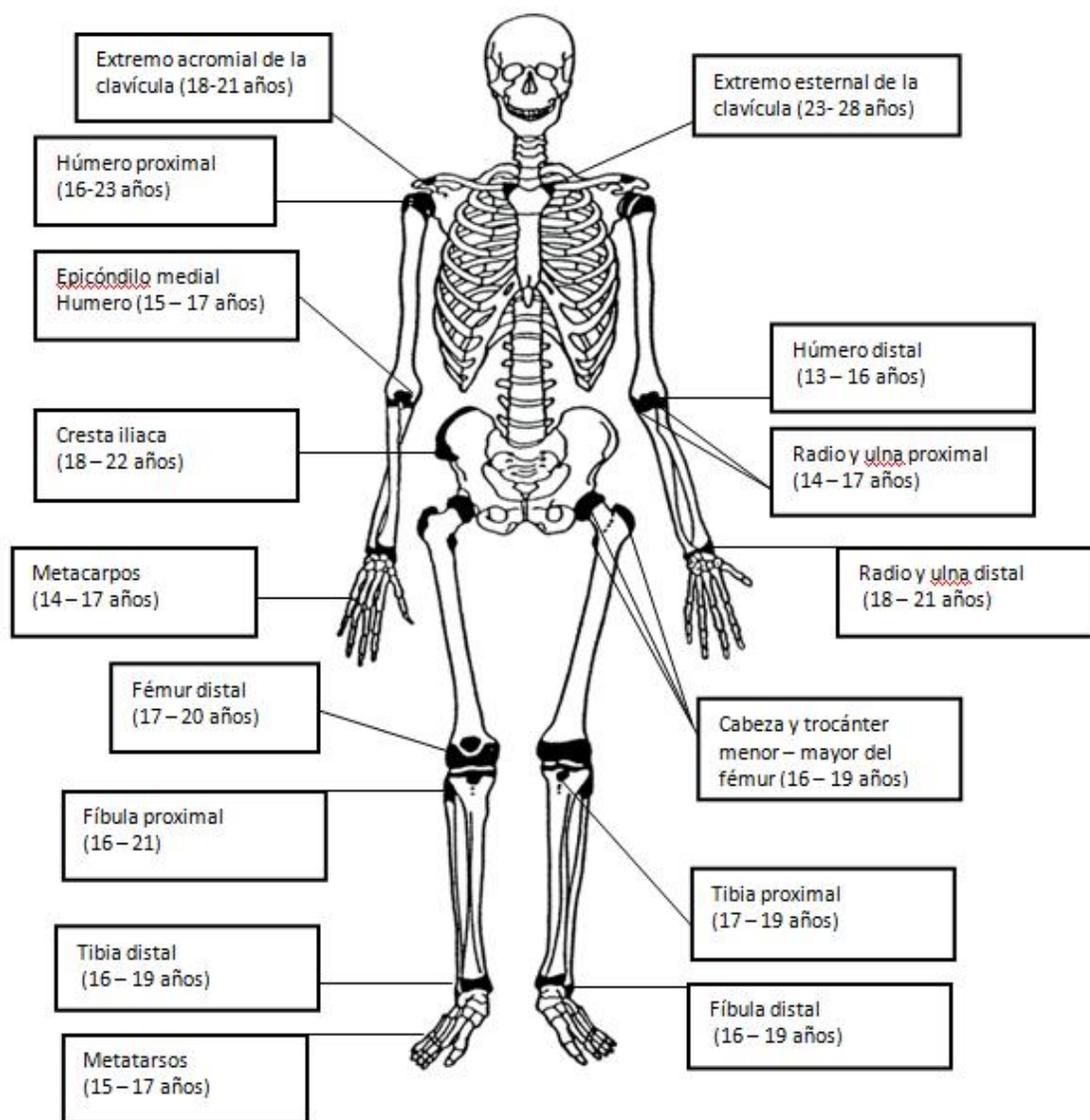


Figura 3. Localización y rangos de edad asociados a los centros secundarios de osificación (tomado de Brothwell D., 1981. En Symes SS, Dirkmaat DC. Laboratory Methods in the Documentation, Analysis and Interpretation of Human remains from Forensic Contexts. Department of Applied Forensic Sciences, Mercyhurst Archaeological Institute, Mercyhurst College. Erie Pennsylvania, 2004. Página 39).

2.1.3 Factores que afectan el crecimiento y desarrollo esquelético

El crecimiento y desarrollo humano se caracterizan por ser procesos regulares, con una secuencia definida de etapas que llevan a la maduración tanto esquelético, como dental y sexual, que se encuentran regulados por la activación coordinada de una diversidad de genes, los cuales han sido propuestos como la base de las diferencias observadas entre distintos grupos étnicos (8, 33). Sin embargo, los procesos de crecimiento y desarrollo presentan una importante sensibilidad a estímulos ambientales, lo cual enfatiza la dinámica relación y estrecha interacción entre genes y el ecosistema en el que se expresan, maximizando las oportunidades de inducción de cambios por parte del medioambiente en el desarrollo corporal, frenando o favoreciendo la expresión del potencial genético. El resultado de la interacción organismo-medio se muestra en el amplio rango de variaciones que se observa en los patrones de crecimiento y desarrollo entre individuos, pero más particularmente entre poblaciones, las que pueden mostrar considerables diferencias en los procesos de maduración (7, 8).

Cuando hablamos de las influencias del medio, es importante distinguir entre las influencias endógenas o del medio interno y aquellas del medio externo. En relación al medio interno, es importante considerar que los genes que regulan los procesos de crecimiento y desarrollo dependen en su expresión

primeramente de aquellos genes involucrados en su control, a través de factores de transcripción. De esta manera por ejemplo, de particular importancia son los factores de transcripción de la familia de genes homeobox, los cuales son clave en el desarrollo de la mayoría de los sistemas orgánicos (2, 34).

Por otro lado, también el control hormonal tiene un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo, especialmente a través de su acción sobre el tejido óseo y cartilaginoso. De esta manera, diferentes hormonas actúan durante el crecimiento prenatal y postnatal de un individuo. Durante el crecimiento postnatal, la mayoría de los factores bioquímicos operan a través de la modulación del eje de la Hormona del Crecimiento (HC). La evidencia clínica sugiere que después de los dos meses de vida, la HC es necesaria para el crecimiento normal sostenido de un individuo. En el periodo prepuberal la hormona del crecimiento es necesaria para la proliferación de las células cartilaginosas a nivel epifisiario, permitiendo un crecimiento óseo lineal. Por otra parte, las hormonas tiroideas actúan en forma conjunta con la hormona del crecimiento, promoviendo también el crecimiento óseo y cartilaginoso a través de su influencia en el metabolismo y síntesis de mucopolisacáridos y mediante la incorporación de calcio en el frente de osificación del cartílago, influenciando también la secreción de la HC por la hipófisis. Adicionalmente, la insulina juega también un importante rol en la regulación del crecimiento, influenciando el

suministro del sustrato metabólico celular necesario e interaccionando con factores de crecimiento que están involucrados en el crecimiento fetal.

Por otro lado, la acción de las hormonas gonadales y esteroides corticoadrenales en conjunto con la hormona del crecimiento, son esenciales durante el estirón de la pubertad, en el cierre de los cartílagos de crecimiento y en la maduración sexual (2, 8, 35, 36, 37). La testosterona es un potente andrógeno que produce crecimiento del tejido muscular y óseo, ensanchamiento de los hombros del varón y acelera la maduración ósea. Los estrógenos aceleran el crecimiento lateral de la pelvis y también el crecimiento lineal, pero menos intensamente que la testosterona, lo que explica en parte la menor estatura de la mujer (38).

En relación a los factores ambientales externos más relevantes, autores coinciden en que el nivel socioeconómico juega un papel determinante en la tasa de maduración ósea (2, 39, 40, 41). La condición socioeconómica representa una complicada combinación de influencias ambientales, las que actúan probablemente a través de todo el periodo de crecimiento del individuo, llevando a que niños de diferentes niveles socioeconómicos muestren diferencias en su crecimiento. Las causas que explicarían estas diferencias son probablemente múltiples; la nutrición ciertamente es una de ellas, así como

también la morbilidad (34), las condiciones de vivienda, hábitos de alimentación, de higiene, número de integrantes en el núcleo familiar, entre otros (2).

La nutrición y dieta han sido señaladas como factores que juegan un rol muy importante en el proceso de crecimiento y desarrollo del individuo. Un adecuado suministro de calorías es fundamental para el normal crecimiento humano, variando sus necesidades de acuerdo a la fase del desarrollo. La malnutrición en la infancia, retrasa el crecimiento del niño; de la misma forma, la malnutrición en los años precedentes a la adolescencia, retrasa la aparición del peak de crecimiento puberal. Su importancia en el crecimiento ha sido bien confirmada a través de la observación clínica de la reducción del crecimiento en condiciones de disminución en el consumo de alimentos, tal como anorexia nerviosa y mal absorción intestinal. El tipo de mal nutrición, su duración e intensidad, influyen la naturaleza de la respuesta en crecimiento (2, 8).

Por último, hay otros factores como el clima, que parecen también influenciar el crecimiento y desarrollo, ayudando a determinar el tamaño y proporciones del cuerpo. Parece existir una relación general entre clima y tamaño del cuerpo, con individuos más pequeños, bajos y fornidos en climas fríos respecto de individuos de climas cálidos. Ha sido observado que en climas más fríos los individuos presentan un mayor peso y piernas más cortas relativas al tronco, que aquellos de climas más cálidos. Esta relación entre proporciones corporales

y temperatura ambiental puede ser explicada en términos de los procesos corporales de termorregulación. En ambientes con altas temperaturas, la disipación eficiente del calor es esencial para evitar estrés hipertérmico. Un cuerpo con una mayor superficie, disipa más eficientemente el calor producido por el metabolismo y actividad corporal. Lo contrario es verdadero en climas fríos, en donde la conservación del calor es importante para evitar la hipotermia. Por otro lado, se ha visto una variación estacional del crecimiento, siendo mayor en meses de primavera y verano, lo cual estaría posiblemente relacionado a la influencia de la energía solar sobre el sistema endocrino y hormonas que regulan el crecimiento. La exposición a la luz solar ha sido ampliamente reconocida como un importante factor en el desarrollo esquelético, ya que la luz ultravioleta estimula la producción de colecalciferol (vitamina D3) en la piel humana, la cual incrementa la absorción de calcio y regula la tasa de remodelación esquelética y mineralización de nuevo tejido óseo. Entonces, el colecalciferol es de vital importancia en el crecimiento y desarrollo esquelético y la insuficiente exposición a la luz solar podría perjudicar el crecimiento en altura del individuo (8).

No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, el desarrollo dental sin embargo sería mucho menos afectado que el crecimiento esquelético por

influencias ambientales, por lo que ha sido enunciado como el método de preferencia cuando es necesario estimar la edad en individuos juveniles (42).

2.1.4 Desarrollo Dental

2.1.4.1 Odontogénesis

El proceso de desarrollo dental que conduce a la formación de los elementos dentarios en el seno de los huesos maxilares, recibe el nombre de odontogénesis, el cual comienza muy temprano en la vida de un individuo, participando en dichos eventos dos capas germinativas, el epitelio ectodérmico y el ectomesénquima (43). Al final de la sexta semana del desarrollo intrauterino, el epitelio ectodérmico que recubre los maxilares comienza a engrosarse en dos zonas diferentes que adoptan la forma de herradura. Estos engrosamientos que se forman por proliferación de las células basales del epitelio de la cavidad oral, se introducen en el mesénquima subyacente y representan el primer inicio en el desarrollo de la lámina dentaria. La lámina dentaria de cada maxilar, dará origen en diferentes etapas del desarrollo a los esbozos dentarios de la dentición temporal y permanente respectivamente. A medida que el epitelio prolifera e interactúa con el mesénquima subyacente, el órgano del esmalte va adoptando las formas de yema, copa y finalmente de campana (ver figura 4), cada una de las cuales marca una actividad importante en el desarrollo de las futuras piezas dentarias (44).

En el estadio de campana, se distingue una fase de campana temprana, donde se diferencian las células formadoras de esmalte (ameloblastos) y dentina (odontoblastos), y una fase de campana avanzada, en la cual comienza la formación de dentina y esmalte, cuya génesis, especialmente para el caso de la dentina, al igual que para el tejido óseo, involucra dos procesos. Uno inicial, en que se secreta aposicionalmente la matriz orgánica (predentina) y otro en el cual se mineraliza esta matriz recién formada. La secreción de la matriz dentinaria comienza en los extremos cuspídeos y progresa desde la superficie a la profundidad. Una vez que la dentina ha adquirido cierto espesor, comienza su mineralización, la cual se inicia desde la superficie a la profundidad, al igual que el proceso de formación de su matriz. Poco después que ha aparecido la primera capa de dentina a nivel de la región incisiva o cuspídea, llamada dentina del manto, los ameloblastos comienzan a secretar la matriz de esmalte, en sentido inverso a la formación de dentina, vale decir desde la profundidad a la superficie. La calcificación del esmalte es un proceso posterior e independiente a su formación, tal como se describió para la dentina, pero en este caso se realiza en dos etapas distintas; una primera casi simultánea con la formación de la matriz orgánica y una segunda también llamada de maduración del esmalte que se produce cuando ya toda la matriz orgánica ha sido formada (44).

Una vez que se ha formado la corona dentaria, comienza el desarrollo radicular, proceso que está en íntima relación con la erupción del diente y con la formación del periodonto de inserción. El desarrollo radicular se inicia en la región más cervical de la corona. Allí, el epitelio interno del órgano del esmalte se une íntimamente con el epitelio externo, sin dejar entre ellos estrato intermedio o retículo estrellado, a lo cual se le denomina epitelio reunido del órgano del esmalte, el cual determina la formación de la vaina epitelial radicular de Hertwig, la cual tiene una función modeladora de la raíz. Esta vaina epitelial a medida que prolifera, va induciendo la diferenciación de las células mesenquimáticas vecinas en odontoblastos. Luego, la diferenciación de odontoblastos y la formación consecutiva de la predentina siguen la longitud de la vaina radicular. Por fuera, el tejido mesenquimático del saco dental que rodea la vaina radicular prolifera y divide la doble capa epitelial, haciendo que ésta pierda su continuidad y que la dentina recién formada entre en contacto directo con el mesénquima adyacente, induciendo la diferenciación de los cementoblastos, los cuales iniciarán la formación de la matriz de cemento. Su mineralización se inicia una vez que se ha formado una cierta cantidad de matriz y de modo similar a como ocurre en dentina y tejido óseo. En las últimas etapas de la formación radicular, la capacidad proliferativa de la vaina radicular epitelial de Hertwig se encuentra bastante disminuida. El amplio foramen apical

se reduce primero por cambio en la angulación del diafragma epitelial y más tarde se estrecha paulatinamente por aposición de dentina y cemento, razón por la cual en dientes jóvenes, el foramen apical es amplio (44).

Cabe señalar además, que el potencial de la lámina dental para iniciar el desarrollo dentario se mantiene aproximadamente por cinco años. En una primera etapa participa en la formación del órgano del esmalte de todos los gérmenes temporales. Posteriormente, de una proliferación de la lámina dental hacia lingual o palatino de estos gérmenes en desarrollo, se originan los dientes permanentes de reemplazo. Por último, de una proliferación independiente hacia distal del segundo molar temporal, se forma los gérmenes del primero, segundo y tercer molar permanente (44).

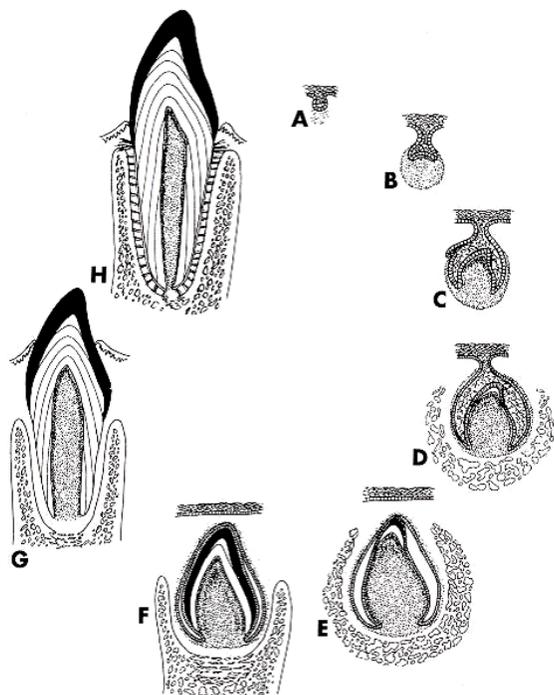


Figura 4. Estadios del desarrollo dental (tomado de Avery J. Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical Approach. Mosby, 2nd edition. 2000.) A: estadio de yema. B: Etapa de casquete. C: Etapa de campana. D y E: Dentinogénesis y amelogénesis. F: Formación de la corona. G: Formación radicular y erupción. H: Diente funcional.

2.1.4.2 El desarrollo dental como indicador de madurez somática para la estimación de edad

El desarrollo dental, es uno de los principales indicadores de madurez en subadultos junto con el desarrollo esquelético. Tal como fue descrito en párrafos anteriores, éste constituye un proceso progresivo, continuo y acumulativo que finaliza sólo cuando la pieza dentaria ha completado su formación. Diversos

autores coinciden en que éste proceso constituye el método más preciso en la estimación de la edad en individuos juveniles (21, 24, 45, 46, 47, 48, 49).

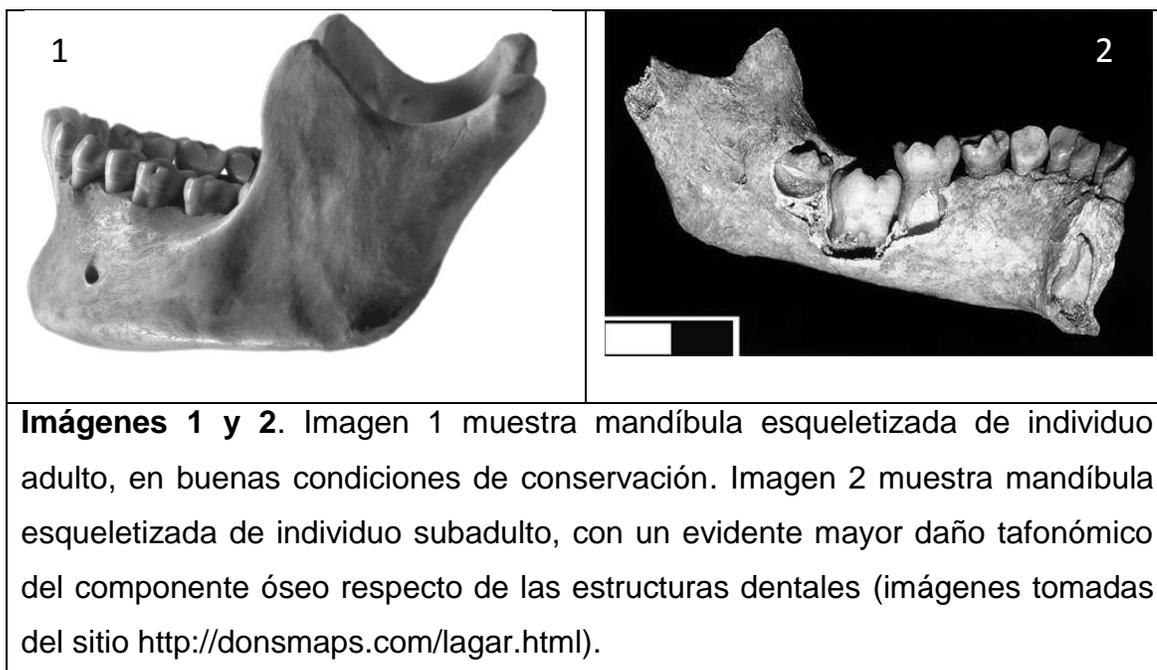
La evidencia descansa en que el desarrollo dental es mucho menos afectado que otros tejidos, por endocrinopatías y otras alteraciones del desarrollo. Esto ha sido demostrado a través de estudios en niños portadores de anomalías, las cuales afectan la maduración sexual, la estatura y la edad ósea y que sin embargo, muestran comparativamente una menor desviación en el tiempo del desarrollo dental (4, 24, 47, 50). Por otro lado, la formación dental parece ser comparativamente más resistente a factores nutricionales. Esto es sugerido por la consistentemente baja relación encontrada entre la formación dental, la estatura, el peso y la edad ósea (4, 24, 47, 51, 52, 53).

De acuerdo a la literatura, esta comparativamente menor sensibilidad del desarrollo dental a factores ambientales y fisiológicos adversos, estaría dada por la alta heredabilidad de los tiempos de desarrollo dental, la que fue documentada tanto por Pelsmaekers y cols. 1997 (54), así como también por Merwin y Harris, 1998 (55). Ambos estudios confirman que la variación es significativamente más grande entre grupos de hermanos de diferentes padres, implicando que el genotipo efectivamente modula el fenotipo. Por lo tanto, habría una más estrecha regulación genética del componente dentario respecto del esquelético (56). Además, también es importante considerar que el desarrollo

dental es un proceso que avanza a una tasa regular, a diferencia del periodo de crecimiento acelerado que experimenta el componente esquelético en el peak puberal (57).

No obstante, es importante señalar que esto no significa que la dentición no muestre influencias atribuibles al medioambiente, si no que tiende a ser menos afectada por éstas, por lo que de acuerdo a la literatura, la dentición sería el mejor indicador fisiológico de la edad cronológica en individuos subadultos (4, 21, 48,49, 58).

Sumado a lo anterior, el desarrollo dentario posee ventajas adicionales a las ya mencionadas. Primero porque los dientes poseen mayor resistencia a los fenómenos tafonómicos que el componente esquelético, dado que el esmalte dentario es una estructura altamente mineralizada, con casi un 100% de contenido mineral, brindándole gran resistencia y densidad a la corona dentaria, protegiendo de esta manera a las estructuras más internas, permitiendo muchas veces que se conserve en buenas condiciones los tejidos coronarios del diente, a pesar del gran deterioro del componente esquelético; de la misma forma, el componente radicular dentario se encuentra alojado en el hueso alveolar de los maxilares, el cual también le brinda protección (9).



2.1.4.3 El Desarrollo del tercer molar como indicador morfológico de edad

Tal como ha sido señalado previamente, el potencial de la lámina dental para iniciar el desarrollo dentario se mantiene aproximadamente por cinco años, hasta el inicio de la formación del tercer molar, a partir de una proliferación independiente de la lámina dental en el sector posterior de los maxilares (44).

Este molar constituye una pieza dentaria que presenta características particulares, diferentes del resto de la dentición. Por ejemplo, es el único diente que se desarrolla completamente después del nacimiento, iniciando su formación alrededor de los 5 años de edad (59); exhibe un inusual largo curso de desarrollo de más de 10 años (60); en contraste al resto de la dentición,

tiende a aparecer más temprano en hombres que en mujeres (61). Adicionalmente, es la pieza dentaria más variable en presencia, tamaño, morfología, el más irregular en su secuencia de maduración (62) y de erupción. De hecho, es la pieza dentaria que presenta mayor frecuencia de agenesia en la población (60). Por otro lado, el hecho de que inicie su formación en la niñez, significa que existe un largo período de tiempo que media entre el nacimiento y el inicio de su desarrollo, durante el cual hay factores genéticos y ambientales que influyen en el crecimiento de los maxilares, los que finalmente podrían afectar los eventos necesarios para el inicio de su formación (63), lo que podría explicar en alguna medida la variabilidad que exhibe.

Sin embargo y no obstante la variabilidad que muestra en su desarrollo, es considerado por autores, un indicador morfológico confiable para la estimación de edad, considerando además que actualmente no existe otro método no invasivo y de simple ejecución, en el estudio de la edad cronológica, en el período de transición de subadulto a adulto, especialmente en personas vivas (12, 64, 65).

2.1.5 Estimación de edad a través del desarrollo dental

2.1.5.1 Antecedentes

Los dientes constituyen el único tejido duro del cuerpo humano que es visible a ojo desnudo, por lo que no es sorpresa que el estudio del desarrollo dentario fuese vinculado a la edad cronológica desde hace ya varios siglos atrás. En el imperio romano, la erupción del segundo molar permanente indicaba el momento en que un joven era considerado estar preparado para el servicio militar (66). Uno de los primeros usos documentados de los dientes como un indicador de edad a partir de requerimientos legales, se da en la primera mitad del siglo XIX. Edwing Saunders, dentista inglés, publica en 1837 su trabajo “The teeth a test of age”, en consideración a los niños que trabajaban en fábricas, dirigido a los miembros del congreso, en el cual expuso sobre el valor de la erupción dentaria en la estimación de la edad, con el objeto de aplicar medidas tendientes a regular sus condiciones de trabajo y jornada laboral, de acuerdo a la edad (67). Desde entonces, cientos de otros estudios se enfocaron en la erupción dental (24), sin embargo en 1846, el médico español Pedro Mata, expuso su preocupación por la utilización de la erupción dentaria como estimador de edad (68).

Considerando las limitaciones que posee la estimación de edad a través de la erupción dentaria y reconociendo las ventajas de la evaluación de la edad a

través del desarrollo dentario, han sido desarrollados numerosos estudios basados en las etapas de maduración dental, algunos de los cuales se han basado en técnicas de disección, otros basados en estudios histológicos, de corte y tinción, así como también en el examen radiográfico (69).

El primer reporte en extenso de eventos en la formación dentaria es generalmente atribuido a los autores franceses Lengros y Magitot (citado en Smith BH., 1991), con sus trabajos que datan de los años 1880 y 1881, aunque los textos dentales que señalan alguna información acerca del tiempo de la formación dentaria provienen de al menos 100 años antes (4). Por otro lado, a pesar de que se ha visto que los métodos de disección muestran ligeramente más temprano evidencias del inicio del proceso de mineralización, las técnicas radiográficas son las más utilizadas para evaluar la cronología de la formación dentaria (4), dadas sus bien conocidas ventajas, principalmente debido a que son técnicas no invasivas, de bajo costo, de fácil y rápida ejecución. De esta manera, el descubrimiento de los rayos x por Roentgen en el año 1895 (70), abrió una nueva dimensión en las técnicas de evaluación del desarrollo dental y en la estimación de la edad. Inicialmente fueron utilizadas técnicas radiográficas extra e intraorales, sin embargo el desarrollo de la radiografía panorámica (71), hizo posible observar en una sola imagen ambas arcadas, facilitando a los investigadores el estudio de la maduración dentaria.

En la estimación de la edad, son usados fundamentalmente dos métodos, uno ha sido llamado el “método del atlas”, en el cual el desarrollo dental evidenciado a través del estudio radiográfico es comparado con estándares publicados; el segundo método es el llamado “método de puntuación”, en el cual el desarrollo dental es dividido en varios estadios a los cuales les es asignado un puntaje, el cual es evaluado a través de un análisis estadístico (67, 72).

2.1.5.2 Métodos en la estimación de edad a través del desarrollo dental

2.1.5.2.1 El método de Schour y Masseler

Schour y Masseler, 1941 (73) estudiaron la maduración dental desde el periodo prenatal hasta la etapa adulta, estableciendo 21 estadios de desarrollo, desde los 5 meses in útero hasta los 21 años de edad, sin separación de la muestra en hombres y mujeres, describiendo e ilustrando tanto el desarrollo como la erupción dentaria. Originalmente pretendió ser solo una guía para el dentista, pero fue por muchos años ampliamente utilizado para la estimación de edad en arqueología. La naturaleza y tamaño de la muestra no es señalada en el artículo original, sin embargo investigaciones posteriores (4), indican que la muestra fue pequeña y basada en individuos que habrían fallecido de diversas enfermedades (74). Adicionalmente, las gráficas no presentan ninguna medida de variación, no habiendo tampoco rangos de edad para cada estadio (Ver figura 5).

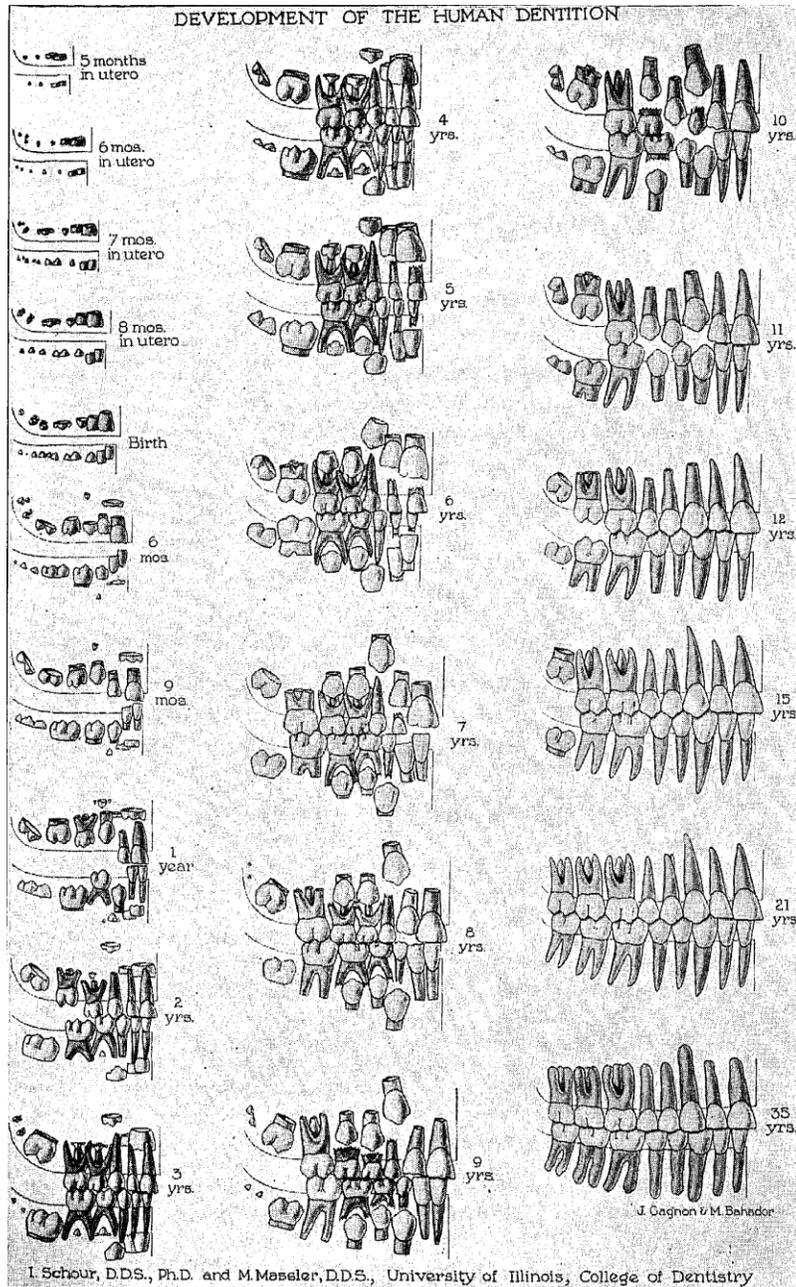


Figura 5. Estadios del desarrollo dental de Schour y Masseler (73).

2.1.5.2.2 Atlas del desarrollo dental de Ubelaker

Ubelaker D.H. (75), publica en 1978 una nueva tabla del desarrollo dental derivada de la compilación de datos de numerosos autores, incluyendo información del desarrollo de dientes permanentes de indios americanos y de dientes deciduos en otros grupos, en su mayoría blancos estadounidenses (ver figura 6). Gran parte de la información fue obtenida de restos esqueléticos de subadultos, y dado que las diferencias sexuales en dicha etapa de la vida no son tan marcadas, la tabla combina datos de hombres y mujeres. Ubelaker D.H. 1978, señala que sus tablas de maduración dental probablemente son la mejor aproximación disponible para la estimación de la edad en subadultos prehistóricos y contemporáneos no blancos (45, 46).

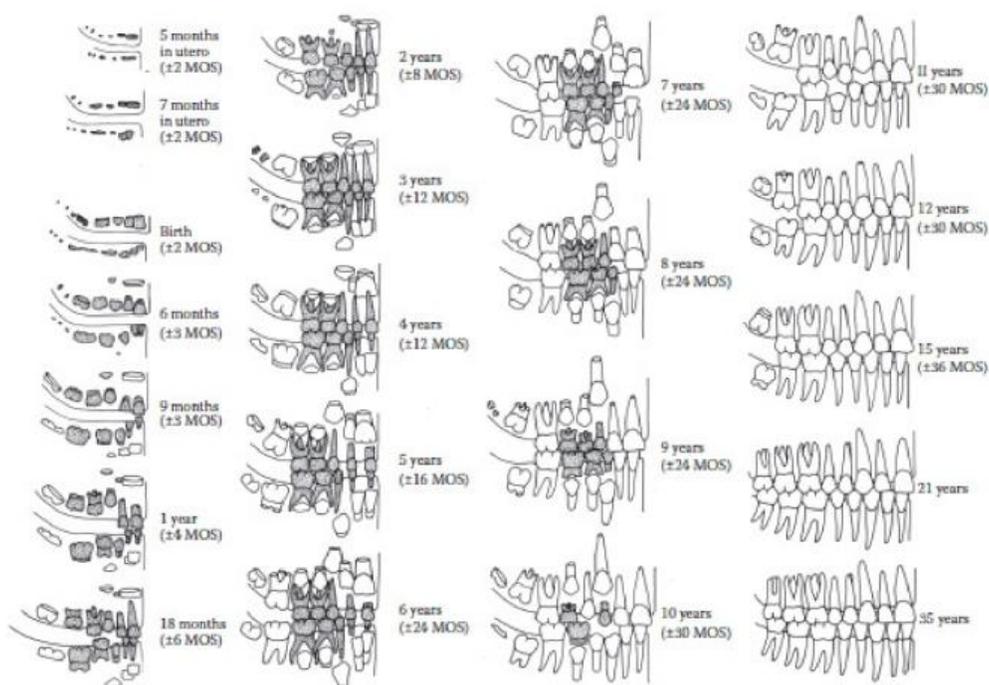


Figura 6. Atlas del desarrollo dental de Ubelaker, 1978 (tomado de Senn DR, Weems RA. Manual of Forensic Odontology. CRC Press; Fifth Edition, 2013).

2.1.5.2.3 Atlas de AlQahtani

El más reciente atlas de desarrollo y erupción dentaria para la estimación de edad es el “The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption”, publicado por AlQahtani y cols., 2010 (76). Los datos del estudio fueron obtenidos de restos esqueléticos de 176 individuos provenientes de la colección del Museo de Historia Natural de Londres, Reino Unido, y del Colegio Real de Cirujanos de Londres; a partir además de 528 radiografías de individuos vivos. Al igual que los atlas anteriores, no distingue entre hombres y mujeres. Posee

un total de 31 diagramas que muestran el desarrollo dental medio observado, comenzando en las 30 semanas in útero y finalizando en los 23.5 años de edad (ver figura 7). Desafortunadamente, el atlas no entrega un intervalo de edades para cada diagrama, sin embargo dado que este estudio utilizó datos de fuentes contemporáneas, probablemente están reflejadas influencias modernas del medioambiente en el desarrollo dentario observado, constituyendo probablemente el estudio más útil en la evaluación de la edad respecto de los anteriores, para población actual.

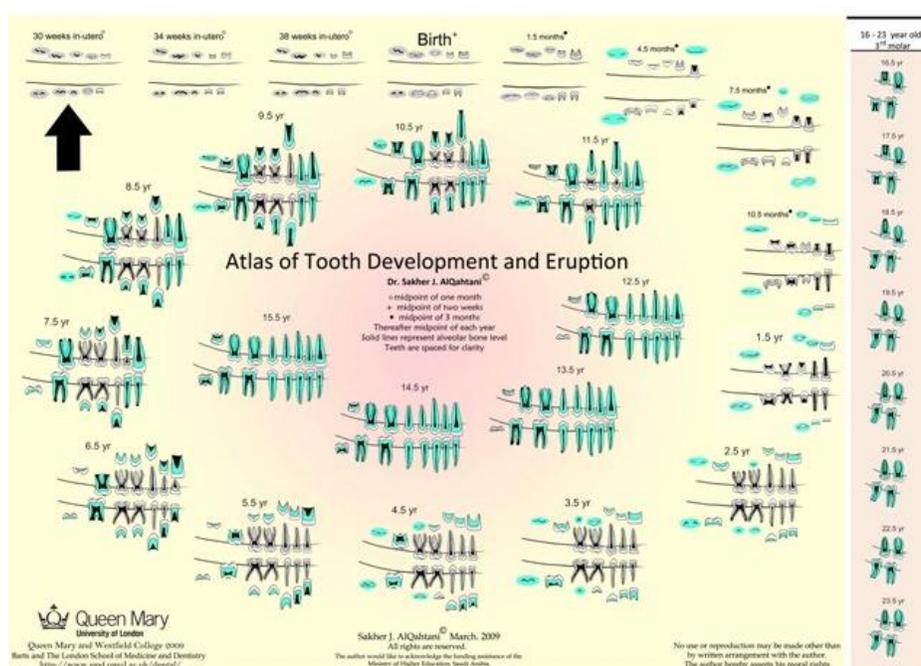


Figura 7. Atlas del desarrollo y erupción dental de AlQahtani y cols, 2010 (76).

2.1.5.2.4 Método de Nolla

Nolla C.M. (17), publica en 1960 un estudio en 25 hombres y 25 mujeres en el que describe los diferentes estadios de desarrollo de los dientes permanentes, evaluado a través de radiografías intraorales y extraorales, obteniendo un total de 1746 radiografías en mujeres y 1646 en hombres. El autor describe los estadios de formación de la dentición permanente, que van desde el estadio 0, en donde no se aprecia signos de mineralización, hasta el estadio 10, en donde se observa formación radicular completa con cierre apical (ver figura 8). El autor describe a partir de los datos obtenidos, curvas de desarrollo en las que se especifican las edades de aparición de los diferentes estadios de maduración dental en hombres y mujeres, en maxila y mandíbula. De igual modo, se describe un método para, a partir del análisis anteriormente descrito, obtener la edad dentaria del paciente. Para ello define tablas en las que, la suma de los estadios en que se encuentran los 7 dientes mandibulares izquierdos, los 7 dientes maxilares izquierdos o los 14 dientes maxilares y mandibulares izquierdos, se transfiere a dichas tablas, a partir de las cuales se obtendrá la edad aproximada del individuo (ver tablas I y II). Este método puede ser aplicado a individuos con o sin tercer molar, diferenciando entre mujeres y hombres (67, 77).

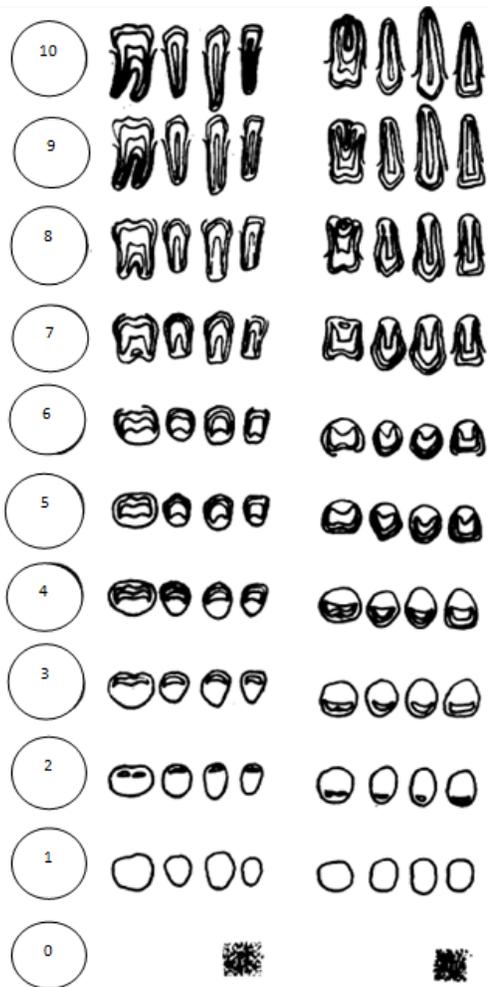


Figura 8. Los 10 estadios de mineralización dental de Nolla C.M. (17). 0= ausencia de cripta ósea; 1= presencia de cripta ósea; 2= Calcificación inicial; 3= 1/3 de corona completa; 4= 2/3 de corona completa; 5= Corona casi completa; 6= Corona completa; 7= 1/3 de raíz completa; 8= 2/3 de raíz completa; 9= Raíz casi completa, ápice abierto; 10= Raíz con cierre apical completo.

NORMS FOR THE MATURATION OF PERMANENT TEETH FOR BOYS

Age (Yrs.)	Mandibular Teeth (Growth Stage)								Maxillary Teeth (Growth Stage)							
	1|1	2|2	3|3	4|4	5|5	6|6	7|7	8|8	1|1	2|2	3|3	4|4	5|5	6|6	7|7	8|8
3	5.2	4.5	3.2	2.6	1.1	5.0	.7		4.3	3.4	3.0	2.0	1.0	4.2	1.0	
4	6.5	5.7	4.2	3.5	2.2	6.2	2.0		5.4	4.5	3.9	3.0	2.0	5.3	2.0	
5	7.5	6.8	5.1	4.4	3.3	7.0	3.0		6.4	5.5	4.8	4.0	3.0	6.4	3.0	
6	8.2	7.7	5.9	5.2	4.3	7.7	4.0		7.3	6.4	5.6	4.9	4.0	7.4	4.0	
7	8.8	8.5	6.7	6.0	5.3	8.4	5.0	.8	8.2	7.2	6.3	5.7	4.9	8.2	5.0	
8	9.3	9.1	7.4	6.8	6.2	9.0	5.9	1.4	8.8	8.0	7.0	6.5	5.8	8.9	5.8	1.0
9	9.7	9.5	8.0	7.5	7.0	9.5	6.7	1.8	9.4	8.7	7.7	7.2	6.6	9.4	6.5	1.8
10	10.0	9.8	8.6	8.2	7.7	9.8	7.4	2.0	9.7	9.3	8.4	7.9	7.3	9.7	7.2	2.3
11			9.1	8.8	8.3	9.9	7.9	2.7	9.95	9.7	8.8	8.6	8.0	9.8	7.8	3.0
12			9.6	9.4	8.9		8.4	3.5		9.95	9.2	9.2	8.7		8.3	4.
13			9.8	9.7	9.4		8.9	4.5			9.6	9.6	9.3		8.8	4.9
14				10.0	9.7		9.3	5.3			9.8	9.8	9.6		9.3	5.9
15					10.0		9.7	6.2			9.9	9.9	9.9		9.6	6.6
16½							10.0	7.3							10.0	7.7
17								7.6								8.0

Tabla I. Estándares de Nolla para la maduración de dientes permanentes en hombres (17).

NORMS FOR THE MATURATION OF PERMANENT TEETH FOR GIRLS

Age (Yrs.)	Mandibular Teeth (Growth Stage)								Maxillary Teeth (Growth Stage)							
	1|1	2|2	3|3	4|4	5|5	6|6	7|7	8|8	1|1	2|2	3|3	4|4	5|5	6|6	7|7	8|8
3	5.3	4.7	3.4	2.9	1.7	5.0	1.6		4.3	3.7	3.3	2.6	2.0	4.5	1.8	
4	6.6	6.0	4.4	3.9	2.8	6.2	2.8		5.4	4.8	4.3	3.6	3.0	5.7	2.8	
5	7.6	7.2	5.4	4.9	3.8	7.3	3.9		6.5	5.8	5.3	4.6	4.0	6.9	3.8	
6	8.5	8.1	6.3	5.8	4.8	8.1	5.0		7.4	6.7	6.2	5.6	4.9	7.9	4.7	
7	9.3	8.9	7.2	6.7	5.7	8.7	5.9	1.8	8.3	7.6	7.0	6.5	5.8	8.7	5.6	
8	9.8	9.5	8.0	7.5	6.6	9.3	6.7	2.1	9.0	8.4	7.8	7.3	6.6	9.3	6.5	2.1
9	10.0	9.9	8.7	8.3	7.4	9.7	7.4	2.3	9.6	9.1	8.5	8.1	7.4	9.7	7.2	2.4
10		10.0	9.2	8.9	8.1	10.0	8.1	3.2	10.0	9.6	9.1	8.7	8.1	10.0	7.9	3.2
11			9.7	9.4	8.6		8.6	3.7		10.0	9.5	9.3	8.7		8.5	4.3
12			10.0	9.7	9.1		9.1	4.7			9.8	9.7	9.3		9.0	5.4
13				10.0	9.4		9.5	5.8			10.0	10.0	9.7		9.5	6.2
14					9.7		9.7	6.5					10.0		9.7	6.8
15					10.0		9.8	6.9							9.8	7.3
16							10.0	7.5							10.0	8.0
17								8.0								8.7

Tabla II. Estándares de Nolla para la maduración de dientes permanentes en mujeres (17).

2.1.5.2.5 Método de Moorrees

Moorrees y cols, 1963 (78), establecieron 14 estadios del desarrollo dentario en individuos norteamericanos, tanto para dientes permanentes uniradiculares como para multiradiculares (ver figuras 9 y 10) a través de exámenes radiográficos, determinando la edad promedio y la desviación estándar para cada estadio en hombres y mujeres por separado, a partir de incisivos maxilares y mandibulares; caninos, premolares y molares mandibulares, incluyendo el tercer molar. Los autores no incorporaron en su estudio el desarrollo de piezas posteriores del maxilar superior incluyendo los caninos, argumentando poca claridad de las estructuras en las imágenes, debido a fenómenos de sobreproyección radiográfica.

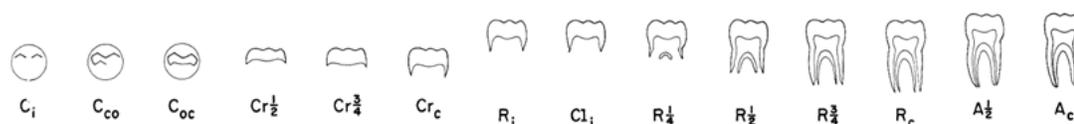


Figura 9. Estadios de formación dentaria para evaluar el desarrollo de molares mandibulares permanentes, según Moorrees y cols, 1963.

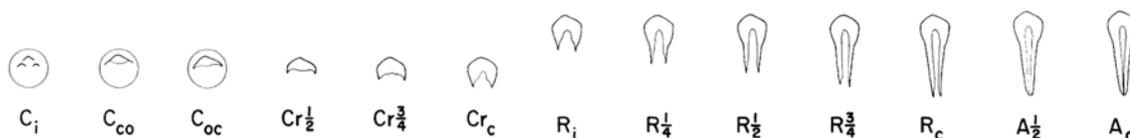


Figura 10. Estadios de formación dentaria para evaluar el desarrollo de dientes uniradiculares permanentes, según Moorrees y cols, 1963.

Estadio	Símbolo
Formación cuspidea inicial	C _i
Coalescencia de cúspides	C _{co}
Contorno cuspideo completo	C _{oc}
½ de corona completa	Cr. _{1/2}
¾ de corona completos	Cr. _{3/4}
Corona completa	Cr. _c
Formación radicular inicial	R _i
Formación inicial de furcación	Cl. _i
¼ de longitud radicular	R _{1/4}
½ de longitud radicular	R _{1/2}
¾ de longitud radicular	R _{3/4}
Longitud radicular completa	R _c
½ del ápice cerrado	A _{1/2}
Ápice completamente cerrado	A _c

Tabla III. Estadios de la formación dentaria con su respectiva simbología, según Moorrees y cols, 1963 (78).

2.1.5.2.6 Método de Haavikko

Haavikko K, 1970 (79), realizó un estudio transversal que se basó en la evaluación radiográfica de 1162 niños Finlandeses de entre 2 a 21 años de edad, de ambos sexos. Fueron evaluados 12 estadios del desarrollo dentario (tabla IV); el primero corresponde al estado de cripta ósea y el último, al completo cierre radicular apical (figura 11). Los dientes de maxilar superior fueron considerados separadamente de los mandibulares, combinando los

resultados del lado derecho e izquierdo de los maxilares. Para cada individuo de la muestra, fue consignada su edad y registrado el estadio del desarrollo de cada diente, incluyendo el tercer molar. Fueron calculadas las edades medias a partir del estadio del desarrollo de cada diente en forma individual. La edad del individuo fue calculada a partir de la suma de las edades medias por estadio de cada diente y entonces dividida por el número total de dientes (79).

Tooth Development Stage (TDS)	Number For Stage	Single Rooted Teeth And Multi Rooted Teeth
0	01	Crypt present, no calcification
C _i	02	Initial calcification
C _{ca}	03	Coalescence of cusps
Cr _{1/2}	04	Crown ½ complete
Cr _{3/4}	05	Crown ¾ complete
Cr _c	06	Crown complete
R _i	07	Initial root formation
R _{1/4}	08	Root length ¼
R _{1/2}	09	Root length ½
R _{3/4}	10	Root length ¾
R _c	11	Root length complete
A _c	12	Apex closed

Tabla IV. Definición de los estadios del desarrollo de dientes uni y multiradiculares propuestos por Haavikko, 1970 (tomado de Roberts GJ, Petrie A. Dental Age Assessment of Children and Emerging Adults (Chapter 11) en: Daskalaki A. Digital Forensics for the Health Sciences: Applications in Practice and Research. IGI Global, 1 edition, 2011).



Figura 11. Representación esquemática de los 12 estadios de desarrollo dentario propuestos por Haavikko (tomado de Roberts GJ, Petrie A. Dental Age Assessment of Children and Emerging Adults (Chapter 11) en: Daskalaki A. Digital Forensics for the Health Sciences: Applications in Practice and Research. IGI Global, 1 edition, 2011).

2.1.5.2.7 Método de Demirjian

El método de Demirjian (80), que ha sido ampliamente utilizado por numerosos investigadores, se basa en el estudio de siete dientes permanentes mandibulares de lado izquierdo, desde incisivo central hasta segundo molar inferior del mismo lado. Fue realizado en 1446 hombres y 1482 mujeres de origen franco canadiense, de entre 2 a 20 años de edad. Las piezas dentarias fueron clasificadas de acuerdo a su estado de maduración, en 8 estadios de

desarrollo, desde el estadio “A” al “H”, con el estadio 0 correspondiendo a la ausencia de la pieza dentaria. A partir del análisis de los 7 dientes mandibulares se obtiene una puntuación según el estado de maduración en que se encuentran. Luego estos valores obtenidos se suman para dar un puntaje global, que corresponde al puntaje de maduración del individuo, el cual va desde 0 a 100, el que posteriormente es llevado a una tabla propuesta por el autor para su conversión a edad dental, la que es distinta para hombres y mujeres.

La valoración y clasificación de cada diente se realiza consultando los criterios escritos y esquemas para cada estadio proporcionados por el autor, ponderando con mayor valor los criterios escritos, sobre los cuales se debe tener las siguientes consideraciones: si únicamente hay un solo criterio entonces el diente evaluado debe cumplir dicho criterio; en cambio, si existen dos criterios, es suficiente que se cumpla el primer criterio; y si existen 3 criterios, entonces deben cumplirse los dos primeros. Por otro lado, en todos los casos debe comprobarse que se cumplan los criterios del estadio anterior, y en casos límite, se debe asignar el estadio más bajo.

Los criterios tanto escritos como esquemáticos que considera el método de Demirjan, son actualmente utilizados también en el estudio del desarrollo del tercer molar (ver figura 12 e imagen 3).

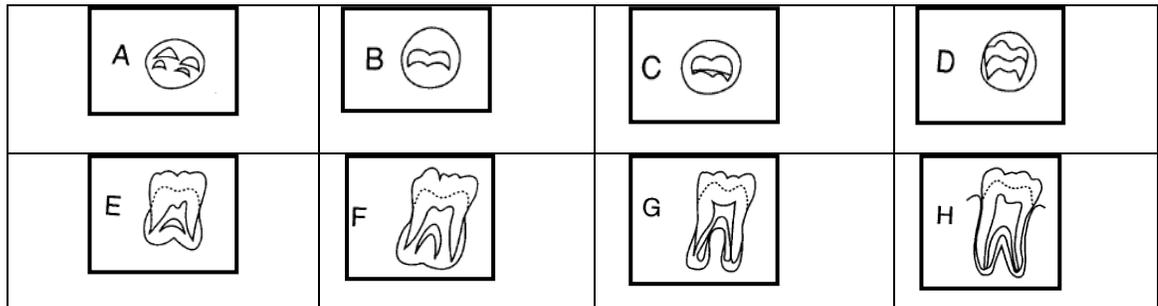


Figura 12. Representación esquemática de la clasificación del desarrollo dentario descrita por Demirjian y cols. 1973 (80), para molares.

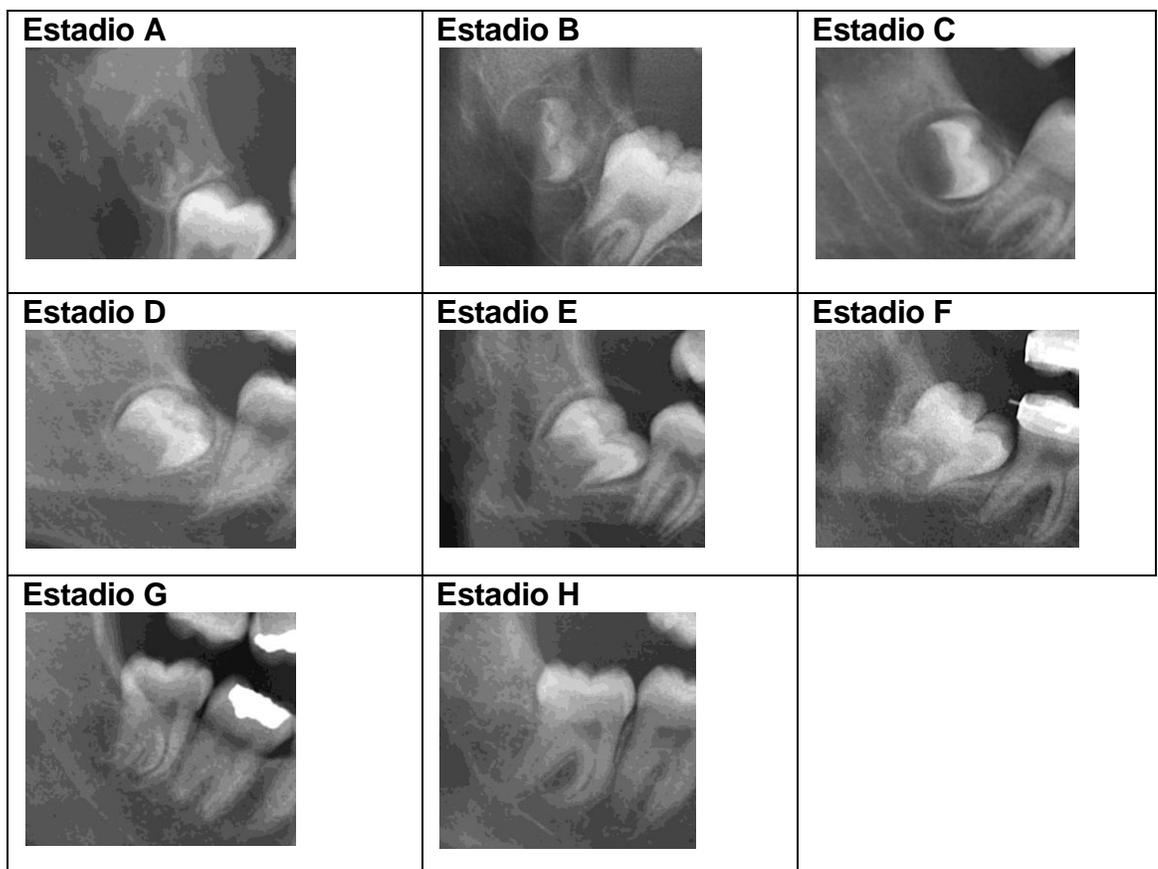


Imagen 3. Los diferentes estadios de desarrollo propuestos por Demirjian y cols., 1973(18), aplicados al proceso de maduración corono radicular del tercer molar.

2.1.5.3 Ventajas del método de Demirjian en el estudio de la edad

Este método presenta numerosas ventajas respecto de otros métodos de estimación de edad propuestos en la literatura. Primero, se basa en el análisis de los cambios morfológicos de las piezas dentarias y no en mediciones, por lo que las variaciones en la geometría de la proyección radiográfica no influyen en las observaciones a realizar; es un método ampliamente utilizado, lo que facilita la comparación entre estudios. Por otro lado, algunos autores han comparado este método con otros similares, encontrando que el método de Demirjian es más preciso en el cálculo de la edad (81, 82, 83). Finalmente, los criterios para la clasificación de las piezas dentales según los diferentes estadios del desarrollo propuestos por Demirjian, se encuentran muy bien explicitados, haciendo fácil la tarea de clasificar las diferentes etapas de maduración dental a través del examen radiográfico, permitiendo además obtener un menor error del observador en la asignación de los diferentes estadios (67).

Por otra parte y en relación a los métodos descritos en párrafos anteriores, es importante señalar algunas consideraciones. En relación al método de Schour y Masseler, podemos citar como algunas desventajas por ejemplo, el hecho de que la muestra habría sido pequeña y basada en individuos que habrían fallecido de diversas enfermedades (74); por otro lado tampoco es separada la muestra en hombres y mujeres, siendo además establecidos rangos de edad

promedio muy estrechos (6 meses) (67). En cuanto al trabajo de Ubelaker D.H. 1978, éste amplió los rangos de edad, sin embargo tampoco hay una separación en la muestra entre hombres y mujeres. En relación al estudio de Nolla, ha sido señalado que este tiende a subestimar las edades promedio, siendo encontrada también una significativa diferencia entre la edad dental estimada y la cronológica (84). Por otro lado, aunque Moorrees y cols. (1963) separaron la muestra en hombres y mujeres, su desventaja se encuentra en la variación interobservador, cuya variación fue establecida en más o menos un estadio, lo cual puede sugerir la dificultad a la que se enfrenta el investigador cuando es usada una clasificación que comprende muchos estadios, particularmente cuando se debe establecer dónde termina un estadio y donde comienza el siguiente.

2.2 Planteamiento del problema

El propósito del presente estudio fue conocer si el desarrollo del tercer molar es un indicador preciso de la edad cronológica en un grupo de individuos chilenos de la región metropolitana, de entre 13 y 26 años de edad.

2.3 Relevancia del problema

Para lograr poner de relieve la importancia de investigar sobre el problema planteado, es necesario referirse a tres tópicos en particular: primero, respecto a la importancia de la estimación de edad tanto en individuos vivos, como fallecidos (en este último caso, desde cadáveres frescos hasta restos esqueléticos multifragmentados o carbonizados); segundo, respecto de la importancia del tercer molar en la estimación de la edad cronológica y tercero, sobre la variabilidad que exhibe el desarrollo del tercer molar y que ha sido documentada por diversos autores.

2.3.1 Importancia de la estimación de la edad

La edad cronológica, o tiempo que un individuo ha vivido desde su nacimiento, es un elemento muy importante tanto desde el punto de vista social, como administrativo, clínico, legal y forense. Desde el nacimiento hasta la muerte, son innumerables y muy diversas las situaciones en las cuales es requerida la información sobre la edad cronológica de un individuo: el inicio de la enseñanza escolar básica regular en Chile, requiere que sea documentada una edad

mínima de 6 años (Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza N° 18.962. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile); de la misma forma, la obtención de la licencia de conducción exige en Chile, una edad mínima de 18 años (Ley N° 18.290 del tránsito).

En el ámbito clínico, la evaluación de todo paciente con un problema médico, involucra la recogida de aquellos antecedentes más relevantes de su historia clínica, entre los cuales siempre se encuentra por supuesto la pregunta sobre su edad (85). El uso de pautas clínicas y radiográficas para predecir el estado de madurez de un individuo, constituyen una práctica rutinaria que le permite al clínico, usando dichos hallazgos y considerando la edad cronológica, evaluar si el peak de crecimiento puberal es inminente, se encuentra presente o bien ha finalizado (33).

Diversas disciplinas tal como pediatría, endocrinología, cirugía ortopédica y ortodoncia, frecuentemente requieren establecer el grado de maduración esquelética y/o dental de un individuo en relación a su edad cronológica, con el propósito de definir la conducta clínica más adecuada (24, 86, 87, 88). Este conocimiento es útil por ejemplo, cuando pacientes son referidos a tratamiento de ortodoncia, ya que ciertos estadios del crecimiento puberal, pueden beneficiar el tratamiento de algunos tipos de maloclusiones, particularmente de aquellas asociadas a desordenes esqueléticos (33).

Para realizar una adecuada valoración de los procesos de crecimiento-desarrollo y así lograr una correcta orientación diagnóstica y terapéutica, es fundamental el conocimiento de la edad cronológica, para la pesquisa de alteraciones tal como el retraso del crecimiento, el que representa un alto porcentaje de las consultas endocrinológicas de niños y adolescentes (89). En condiciones de hiperandrogenismo por ejemplo, tal como en la hiperplasia adrenal congénita, que en hombres se caracteriza entre otras cosas, por un crecimiento corporal acelerado y una avanzada edad ósea, con fusión precoz de las epífisis (90, 91), es fundamental el conocimiento sobre la edad calendario del paciente.

Desde el punto de vista legal, el poder establecer o estimar la edad de un individuo puede conferirle a éste ciertos derechos, pero también por otro lado, la posibilidad de ser castigado penalmente por un delito. Existen numerosas situaciones en las cuales la evaluación de la edad se ha transformado a nivel internacional en un tema de gran relevancia, como por ejemplo, en relación a la inmigración ilegal (92). La migración internacional, cuyo volumen ha aumentado en tamaño y complejidad en los últimos años, ha actuado como un potente impulsor para el reconocimiento de la necesidad de robustecer las técnicas de estimación de edad (93), considerando que por diversas razones (pérdida de registros, destrucción del hogar, entre otros), la evidencia documental respecto

de la identidad y edad, puede estar ausente (94). Este fenómeno ha sido también un rasgo persistente en los países de América Latina, incluyendo Chile, en donde ha coincidido con el crecimiento económico del país, habiéndose producido un aumento de los inmigrantes en la última década, especialmente latinoamericanos, y sobre todo de países limítrofes, que han visto en Chile una oportunidad para mejorar sus vidas (95). Otros ejemplos en los cuales la evaluación de la edad se ha transformado a nivel internacional en un tema de gran relevancia lo constituyen individuos en condición de refugiados (96), tráfico de personas, pornografía infantil, procesos de adopción de niños en países donde no existen registros de nacimiento, o por la participación en un delito, con el objeto de asegurar el procedimiento administrativo, legal y/o judicial más apropiado según corresponda, de acuerdo a la ley, teniendo en consideración la edad del individuo, si se trata de un menor o de un adulto (97). La mayoría de los países que reconocen la Convención de Derechos del Niño de Naciones Unidas de 1989 (98), aceptan como edad legal de madurez los 18 años, lo cual es ampliamente respaldado por el marco legal moderno de la mayoría de las naciones. Por lo tanto, los 18 años de edad constituyen un hito clave desde el punto de vista de las responsabilidades tanto del estado hacia el individuo, como del individuo hacia el estado y la sociedad (94). En la jurisprudencia chilena, la ley de responsabilidad penal adolescente N° 20084, es una

normativa que establece un sistema especial de justicia penal para los jóvenes mayores de 14 y menores de 18 años, ante actos que revisten carácter de crimen o de simple delito.

Por otro lado, en el estudio forense postmortem, cuando nos enfrentamos al hallazgo de restos humanos, éste suele representar una abundante fuente de interrogantes, entre las que emerge con gran fuerza aquellas que guardan relación con la estimación de la edad del individuo en vida, en el contexto de un proceso de identificación, el cual constituye una importante exigencia de la sociedad civilizada tanto desde el punto de vista humanitario como legal, involucrando muchas veces el esfuerzo de un equipo de trabajo multidisciplinario (99, 100).

El proceso de identificación se inicia con la reconstrucción del perfil biológico del individuo, el cual básicamente consiste en determinar la ancestría racial, sexo, estatura y por supuesto su edad (101), permitiendo de esta forma, estrechar el rango de posibles candidatos durante el proceso de identificación. Sin embargo, la estimación de la edad al momento de la muerte, ha sido señalada como uno de los elementos más complejos en la reconstrucción del perfil biológico (102, 103).

2.3.2 Importancia del tercer molar en la estimación de edad

A pesar de su variabilidad, el tercer molar representa un importante indicador de madurez biológica. Ha sido utilizado muchas veces como límite biológico de separación entre las etapas de vida subadulta y adultez (65). Además, ha sido señalado que el tercer molar no presentaría más variabilidad que la esperada como una extensión del gradual incremento de la variabilidad del desarrollo dental con la edad.

Después de los 14-15 años de edad, la gran mayoría de las piezas dentarias han finalizado su desarrollo radicular (78, 104, 105, 106), excepto el tercer molar (105), el cual continua su desarrollo hasta fines de la segunda y principios de la tercera década de la vida (12, 104), cobrando particular importancia la estimación de edad a través de la evaluación de su maduración en dicho período por su tardío desarrollo, puesto que es precisamente en esta etapa, el único diente en desarrollo, y en donde además son pocos los estimadores esqueléticos disponibles para la estimación de la edad (11, 23, 107), puesto que por ejemplo, todos los huesos de la mano han alcanzado su morfología adulta y sus epífisis se han fusionado (108), también en dicha etapa ya se ha iniciado el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios (109) y excepto por la osificación de algunas suturas craneales y postcraneales, las cuales son bastante variables (75), no hay criterio biológico a través del cual estimar la

edad cronológica (65), transformándose de esta manera el tercer molar en un atractivo recurso biológico para el cálculo de la edad cronológica durante dicho período de la vida (23). Por último, es especialmente atractivo como sujeto de estudio ya que su maduración puede ser fácilmente evaluada a través del examen radiográfico dental.

2.3.3 Evidencia sobre la variabilidad del desarrollo del tercer molar

En virtud de la importancia del tercer molar como estimador de edad en el periodo comprendido entre fines de la segunda e inicios de la tercera década de vida, ha habido una proliferación de estudios dirigidos a la evaluación de las etapas de maduración del tercer molar, con el propósito de obtener valores referenciales más específicos que puedan entregar una estimación de edad con mayor exactitud diagnóstica (11).

Han sido elaborados diversos estándares para la estimación de la edad basados en el tercer molar, sin embargo uno de los estudios más extensos fue realizado por la Asociación Americana de Odontología Forense (65), empleando los estadios del desarrollo propuestos por Demirjian (69). A pesar de su variabilidad, Mincer y cols. 1993, encontraron que el tercer molar es un indicador confiable de edad, incluso en población moderna; en el mismo sentido, Solari A.C. y Abramovich K. 2002, reportaron una exactitud en la estimación de edad en población hispana dentro de un rango de 3 años.

Sin embargo, además de las diferencias sexuales en el patrón de maduración que exhibe el tercer molar, en donde los hombres mostrarían un patrón de desarrollo más avanzado que las mujeres (lo cual es opuesto a lo que se da en el resto de la dentición) especialmente en las etapas finales de la formación radicular (61, 65), se suman también diferencias poblacionales y étnicas en los tiempos y tasa de desarrollo, asociadas a diferentes cargas genéticas y a la modulación en su tasa de desarrollo por factores ambientales (11), habiéndose además documentado diferencias en los tiempos de formación entre los arcos dentarios.

El hallazgo común ha sido encontrar una tasa de maduración más rápida en el maxilar superior tanto en japoneses (110), como en población de los Estados Unidos y Europa (64). Sin embargo, un estudio de niños blancos y negros americanos, mostró que el primer estadio de calcificación coronaria ocurre más temprano en dientes mandibulares, con una maduración más adelantada de los terceros molares maxilares en las etapas tardías de su desarrollo (111). También ha sido señalado que la asimetría de formación entre lado derecho e izquierdo es más común para el tercer molar que para cualquier otro diente, sin embargo esta diferencia es aleatoria.

Respecto de las diferencias poblacionales documentadas, ha sido señalado que individuos de origen africano presentan un desarrollo más rápido respecto de

población blanca (11, 65). De esta manera, individuos negros inician la mineralización del tercer molar antes que blancos, sin embargo les toma más tiempo en completar la formación coronaria; a su vez, completan más rápidamente la formación radicular que los blancos (11). Los estudios de Solari A. et al., 2002 (12) y Pirinen S. 1995 (112), sugieren que latinos presentan un desarrollo más temprano del tercer molar, al compararlos con la población canadiense caucásica, lo cual ha sido confirmado a través del estudio de población brasileña (113). Olze y cols. (114, 115) estudiaron las variaciones en el grado de mineralización del tercer molar en individuos de población alemana, japonesa y sudafricana, detectando importantes diferencias entre dichos grupos poblacionales. Lo anterior, ha significado que autores recomienden emplear estudios poblacionales de referencia adecuados al caso forense a analizar (10, 11, 12).

De acuerdo a lo expuesto en los párrafos anteriores, no cabe duda que un aspecto de gran relevancia en lo que se refiere al diagnóstico de edad, es precisamente la posibilidad de contar con estudios de referencia apropiados al caso a analizar. Desafortunadamente en el caso de Chile, sólo se dispone de algunos trabajos de investigación que corresponden a tesis de pregrado, en las cuales se ha estudiado la maduración del tercer molar (116, 117, 118), sin embargo la mayoría de éstas, han sido desarrolladas utilizando muestras

pequeñas y no han sido publicadas en revistas científicas. Por lo tanto y a partir de dicha situación, se desprende la necesidad de contar con estudios relacionados al desarrollo del tercer molar, que permitan su aplicación en casos forenses, ajustados a la realidad local.

En virtud de lo anterior, el presente trabajo ha pretendido, a través del estudio del desarrollo del tercer molar en población chilena, poder contar con un estudio poblacional de referencia, que permita mayor exactitud y precisión en la estimación de edad a través de dicha pieza dentaria.

3. HIPÓTESIS

El desarrollo del tercer molar es un preciso indicador de la edad cronológica en un grupo de individuos chilenos de entre 13 y 26 años.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar la exactitud en la estimación de la edad cronológica a través de la evaluación radiográfica del desarrollo del tercer molar, en un grupo de individuos chilenos de entre 13 y 26 años de edad.

4.2 Objetivos específicos

1.- Determinar la edad cronológica que le corresponde a cada estadio del desarrollo del tercer molar, tanto para mujeres como para hombres chilenos, en maxila y en mandíbula.

2.- Determinar la concordancia entre la estimación de la edad realizada a través del desarrollo del tercer molar y la real, en un grupo de individuos chilenos.

Adicionalmente, han sido establecidos los siguientes objetivos:

3.- Determinar la existencia de diferencias en el desarrollo del tercer molar intra arco dental (entre lado derecho e izquierdo en maxila y en mandíbula).

4.- Determinar la existencia de diferencias en el desarrollo del tercer molar entre arcos dentarios (entre maxila y mandíbula).

5.- Determinar la existencia de diferencias en el desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres.

6.- Determinar la existencia de diferencias en el desarrollo del tercer molar entre individuos chilenos y otras poblaciones estudiadas.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Descripción de la muestra

La presente investigación corresponde a un estudio cuyo marco muestral original estaba constituido por 1497 ortopantomografías digitales de un grupo de individuos chilenos de diversos estratos socioeconómicos, la mayoría de la región metropolitana y una pequeña fracción de la ciudad de Rancagua. Las imágenes radiográficas fueron obtenidas de la base de datos de tres centros odontológicos privados (tal como se muestra en tabla V), previa autorización escrita por parte de los directores de cada uno de dichos centros. Las radiografías fueron anonimizadas, procurando que la información de cada paciente fuese absolutamente confidencial.

El grueso de la muestra (un 94%) fue obtenida de la consulta radiológica CIMEX y del Instituto Nacional de Ortodoncia (INO) y aunque ambos se encuentran ubicados en el sector oriente de Santiago, reciben pacientes de distintos puntos de la capital, especialmente el INO, que da atención a un importante número de pacientes de los sectores sur y norte de la capital.

CENTRO ODONTOLÓGICO	COMUNA/CIUDAD	N° DE ORTOPANTOMOGRAFÍAS
Consulta radiológica CIMEX	Providencia	1042
Instituto Nacional de Ortodoncia	Ñuñoa	365
INTERSALUD	Rancagua	90

Tabla V. Detalle del origen de la muestra estudiada.

5.2 Selección de la muestra

Del total de la muestra original, fueron seleccionadas aquellas radiografías que cumplieren con los criterios de inclusión y exclusión que se detallan más abajo, quedando un total de 1236 radiografías para la realización del estudio.

Criterios de inclusión:

- a) Individuos respecto de los cuales se tenía el registro exacto tanto de la fecha de nacimiento como también de la fecha de la toma radiográfica.
- b) Individuos de 13 a 26 años de edad.
- b) Individuos cuyos apellidos tanto materno como paterno fuesen de origen hispano.
- c) Individuos con al menos un tercer molar observable en el examen radiográfico.

Criterios de exclusión:

- a) Individuos cuyas edades se encontraban por fuera del rango de interés (13 a 26 años de edad).
- b) Individuos con uno o ambos apellidos de origen no hispano.
- c) Individuos en cuyas radiografías panorámicas no se observaba la presencia de terceros molares
- d) Radiografías panorámicas en las cuales los terceros molares se encontraban en mal posición.
- e) Radiografías panorámicas que no permitían observar adecuadamente el componente radicular de los terceros molares.
- f) Radiografías panorámicas en donde fueron apreciados signos de alteraciones congénitas u otra condición que comprometiese uno o ambos maxilares en forma parcial o total.

5.3 Diseño de la investigación

El presente corresponde a un estudio descriptivo transversal retrospectivo, en donde la muestra se obtuvo a través de un muestreo aleatorio estratificado, en donde cada estrato estuvo representado por el sexo y la edad. La unidad de análisis fueron los terceros molares tanto de la arcada superior como de la inferior, en los cuales fue evaluado su grado de desarrollo coronario radicular. La obtención de los datos, se realizó a través de la observación radiográfica del desarrollo del

tercer molar, por un radiólogo calibrado. Cada una de las radiografías analizadas, se encontraba codificada con un número correlativo, con el propósito de asegurar que el observador no conociera la edad y sexo de los pacientes al momento del análisis radiográfico.

5.4 Variables

Dependiente:

Desarrollo corono radicular del tercer molar

Independientes:

Sexo y edad de los individuos de la muestra

5.5 Análisis estadístico

5.5.1 Tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral fue realizado con el objeto de obtener un intervalo de confianza de la estimación para cada fase con un 95% de confianza (p -value <0.05) y en donde la estimación fuera certera dentro del rango de un año (± 6 meses). Para este cálculo se tomaron como referencia los datos proporcionados por Solari y col, 2002.

Mediante este procedimiento se obtuvo un tamaño muestral de 430 radiografías. Considerando que un 30% adicional se utilizaría como muestra de validación, se obtuvo un total de 559 radiografías. Por lo tanto, un tamaño muestral de 1236

ortopantomografías, generó un sobremuestreo favorable para los propósitos de la presente investigación.

5.5.2 Cálculo del error intraobservador

Cada uno de los terceros molares evaluados en la muestra, fue clasificado de acuerdo a su grado de desarrollo corono radicular según el método propuesto por Demirjian y Cols., 1973. El grado de acuerdo intraobservador fue evaluado a través del coeficiente de Kappa, tomando en forma aleatoria un 10% de la muestra analizada y siendo reclasificados los terceros molares de dicha submuestra. Se obtuvo como resultado un coeficiente de Kappa de 0.88, lo cual siguiendo la escala valórica de Landis J. y Koch G., 1977 (119), se trataría de una concordancia casi perfecta.

5.5.3 Análisis descriptivo e inferencial

En el análisis estadístico descriptivo del estudio, los datos fueron tratados separadamente por género y por arcada, distinguiendo a su vez entre molares derechos e izquierdos, siendo presentada la información a través de tablas de frecuencia, de contingencia y en forma gráfica. El análisis descriptivo incluyó medidas de tendencia central y de dispersión, tal como cálculo de media, varianza y desviación estándar, especialmente de las edades registradas para cada uno de los estadios de desarrollo del tercer molar.

Las diferencias en el desarrollo del tercer molar tanto intra arco como entre los arcos dentarios, fueron establecidas a través de la comparación de medias utilizando la prueba t de Student. Adicionalmente, fue contabilizado el número de casos en que se dio simetría en los estadios de maduración de los terceros molares, en forma separada tanto para hombres como para mujeres en maxila y mandíbula, expresando los resultados en porcentajes.

A su vez, las posibles diferencias en las edades en que se presentan las distintas etapas del desarrollo de los terceros molares tanto entre hombres y mujeres de la muestra estudiada, como también entre la muestra chilena y otras poblaciones, fueron evaluadas utilizando también la comparación de medias a través de la prueba t de Student.

Los análisis inferenciales se realizaron a través del análisis de varianza (ANOVA), en forma separada por arcada dentaria, utilizando solo el lado derecho de cada maxilar, con el fin de eliminar la autocorrelación, considerando además que el lado derecho presentaba el mayor tamaño muestral. Una vez realizado el análisis ANOVA, se procedió a comparar las diferentes fases de desarrollo de los terceros molares, mediante el test de comparación múltiple de Scheffe.

Por otro lado y dado que las estimaciones objeto del estudio, fueron realizadas a partir de una submuestra compuesta por 1098 ortopantomografías, la validación de estas estimaciones se realizó con 138 casos (radiografías panorámicas)

adicionales. Estas validaciones se efectuaron mediante el cálculo de la exactitud, así como también mediante el cálculo de la inexactitud, sesgo y proporción de error.

La exactitud se refiere al grado de acuerdo entre el valor estimado y el valor real (120). El cálculo de la inexactitud y sesgo se realizó siguiendo las siguientes formulas:

$$\text{a) } INEXACTITUD = \frac{1}{N} \sum_i \left| y_i - \left[\bar{x} \pm z^* \left(\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \right) \right] \right|$$

$$\text{b) } SESGO = \frac{1}{N} \sum_i y_i - \left[\bar{x} \pm z^* \left(\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \right) \right]$$

El sesgo corresponde al promedio de los errores para la estimación, teniendo en cuenta si el valor es negativo o positivo (considerando el signo), con lo que se consigue conocer si hay subestimación o sobreestimación de la edad documentada en la submuestra de validación, con los rangos de edad obtenidos a partir de la muestra de entrenamiento.

Por otro lado, la inexactitud se refiere al error promedio en años, no considerando el signo en el cálculo del error en la estimación. De este modo, la

inexactitud mide cuánto se aleja la estimación de la edad documentada, sin importar si hay subestimación o sobreestimación.

5.6 Instrumentos en la obtención de la muestra y de los datos

Las radiografías panorámicas fueron adquiridas con dos tipos de ortopantomógrafos digitales, cuyas características técnicas más relevantes son detalladas a continuación:

- Ortopantomógrafo Gendex GXDP-300 Digital Panoramic X-ray System: voltaje 73 kvp/ corriente del ánodo 8 mA/ punto focal 0.5 mm/ tamaño del pixel de imagen 96 μm / tiempo de exposición 12 segundos panorámica estándar.
- Ortopantomógrafo Planmeca ProMax 2D S2: voltaje 84 Kvp/ corriente del ánodo 16 mA DC/ punto focal 0.5 mm/ tamaño pixel de la imagen 48-96-144 μm / tiempo de exposición 16 segundos.

Todas las imágenes radiográficas fueron analizadas en formato JPG; con una matriz aproximada de 2817x1540, una resolución espacial de 96 ppp y con una resolución de contraste de 8 bits. Su visualización fue realizada a través del programa Microsoft Office Picture Manager, utilizando las herramientas de edición brillo-contraste y de zoom.

5.7 Criterios aplicados en la obtención de los datos

El desarrollo coronario radicular del tercer molar fue clasificado de acuerdo a los estadios y criterios propuestos por Demirjian y Cols. 1973 (18) (ver tabla VI). Tal como es señalado por dicho autor, la asignación de los estadios del desarrollo a cada tercer molar evaluado, fue dada siguiendo cuidadosamente sus criterios escritos y comparando a su vez, el grado de desarrollo de los dientes evaluados, con los diagramas que proporciona (ver figura 12).

ESTADIO DEL DESARROLLO	CRITERIO APLICADO
A	Se observa inicio de la calcificación coronaria en el sector superior de la cripta ósea, en forma de cono invertido. No hay fusión de los puntos de calcificación.
B	Hay fusión de los puntos de calcificación que forman una o varias cúspides, dando un contorno regular a la superficie oclusal.
C	a. La formación de esmalte está completa en la superficie oclusal. Es vista su extensión y convergencia hacia la región cervical. b. Es visualizado el inicio de la aposición de dentina. c. El contorno de la cámara pulpar tiene una forma curvada en el borde oclusal.
D	a. La formación de la corona se ha completado más allá de la unión esmalte-cemento. b. El borde superior de la cámara pulpar en piezas

	<p>uniradiculares tiene una forma curvada, siendo cóncava hacia la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares (si están presentes), dan un contorno con forma de punta de paragua. La cámara pulpar tiene una forma trapezoidal.</p> <p>c. El comienzo de la formación radicular es vista en forma de espícula.</p>
E	<p>a. La formación inicial de la furcación es vista ya sea como un punto de calcificación o un sector de calcificación semilunar.</p> <p>b. La longitud radicular es aún menor que la altura coronaria.</p>
F	<p>a. La formación de la furcación ha avanzado para darle un contorno más definido a las raíces, con una forma de embudo en su extremo apical.</p> <p>b. La longitud radicular es igual o mayor que la altura de la corona de la pieza dentaria.</p>
G	<p>Las paredes del canal radicular son ahora paralelas y su extremo apical aún se encuentra abierto (raíz distal en molares).</p>
H	<p>a. El ápice radicular está completamente cerrado (raíz distal en molares).</p> <p>b. El espacio periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz y del ápice.</p>

Tabla VI. Definición de los estadios de formación dentaria según Demirjian y Cols., 1973 (18), aplicados en el presente estudio.

6. RESULTADOS

A continuación se presenta una descripción general de las diferentes variables comprendidas en el trabajo, para luego dar respuesta a los objetivos del estudio.

Es importante recordar que son tres las variables que han sido estudiadas en el presente trabajo; una continua, que corresponde a la edad de los individuos de la muestra, y las otras dos categóricas, que corresponden al sexo y a los estadios del desarrollo de los terceros molares. Por lo tanto, en la mayoría de las tablas que se muestran a continuación, los datos son presentados, relacionando dichas variables en la submuestra sobre la cual se realizaron las estimaciones.

6.1 Análisis de la variable edad en la muestra

	Mínima	Máxima	\bar{x}	Me	Mo	σ^2	S	Q1	Q2	Q3
Edad	13	26	18.67	18	13	15.20	3.90	15	18	22

Tabla VII. Características de la variable edad en la muestra (Me=mediana; Mo=moda; σ^2 =varianza; S= desviación estándar; Q1=cuartil 25; Q2=cuartil 50; Q3=cuartil 75).

Podemos notar a partir de los valores que se muestran en la tabla VII, que el rango de edades en la muestra estudiada, se encuentra entre los 13 y 26 años, con el 50% de los individuos presentando una edad igual o menor a 18 años (Me=18). Por otro lado, la edad media general de la muestra es de 18.67 años.

De acuerdo al valor de la moda (M_o), la mayor frecuencia de individuos en la muestra corresponde a aquellos en la edad de 13 años (ver gráfico 1).

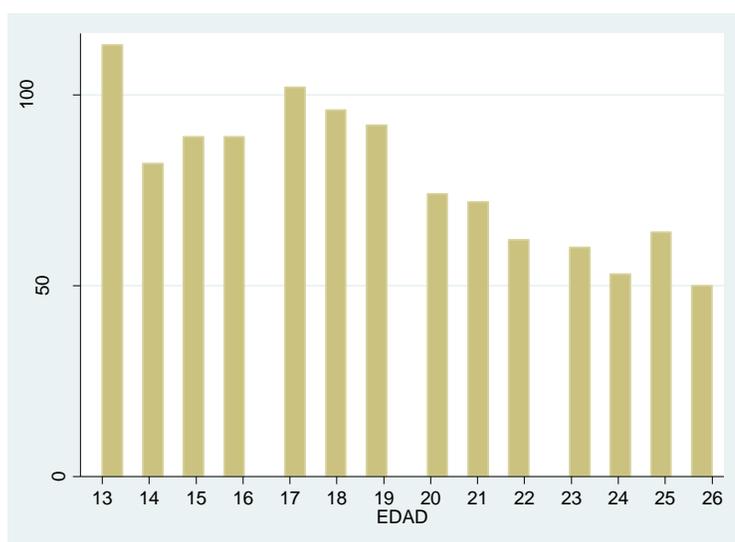


Gráfico 1. Histograma de la frecuencia de casos según edad.

6.2 Análisis de la muestra según sexo y edad

En relación a la distribución de la muestra según sexo, tenemos que un 43% de ésta, corresponde a hombres y un 57% a mujeres (ver tabla VIII). Las edades medias entre hombres y mujeres son similares, tal como se aprecia en tabla VIII. Al aplicar el test t de Student, se estableció que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de edad entre ambos sexos ($t=-0.887$, $p\text{-valor}=0.37$). Además, la dispersión de los datos es similar entre ambos sexos (ver gráfico 2).

La distribución de la muestra según subgrupo etario y sexo, se muestran en tabla IX.

	Tamaño muestral	Edad Media	Desviación Estándar
Sexo			
Masculino	472	18,54	3,79
Femenino	626	18,75	3,97

Tabla VIII. Distribución de la muestra según sexo, con edades medias asociadas.

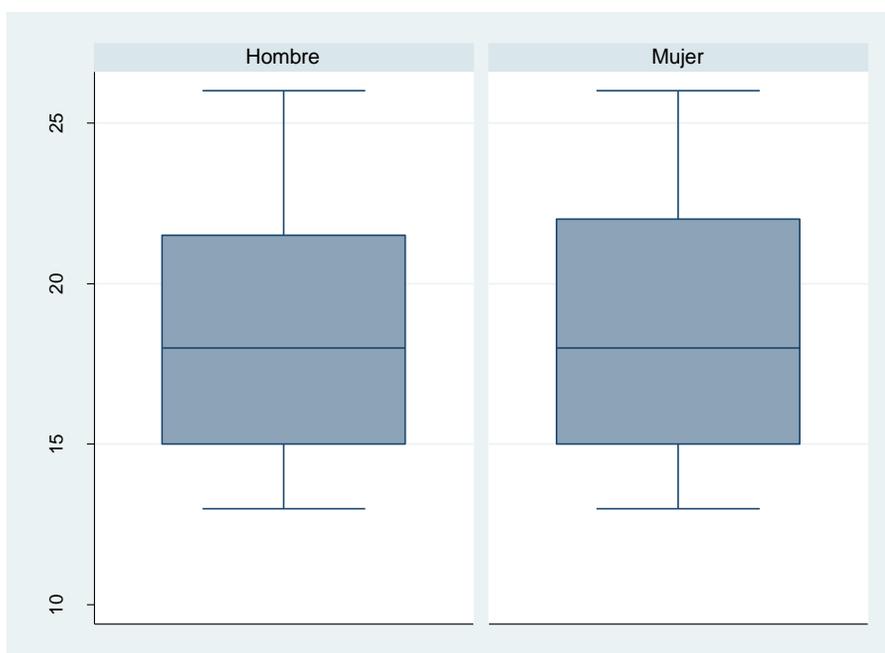


Gráfico 2. Box-Plot de la edad en función del sexo.

	EDAD (en años)														Total
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Masc.	41	39	44	39	42	48	45	36	20	25	29	19	26	19	472
Fem.	72	43	45	50	60	48	47	38	52	37	31	34	38	31	626
Total	113	81	89	89	102	96	92	74	72	62	60	53	64	50	1098

Tabla IX. Número total de ortopantomografías en cada categoría de edad según sexo.

6.3 Observaciones obtenidas a partir de la unidad de estudio (terceros molares).

En tabla X se aprecia el número de observaciones obtenidas en la muestra, por cada uno de los terceros molares, tanto del maxilar superior como inferior, así como también se encuentra representado el total de datos perdidos, el cual fue mayor para las piezas 1 y 16, resultando en un mayor número de datos obtenidos a partir del análisis ortopantomográfico, en la arcada inferior respecto de la superior (ver tablas X y XI).

		PIEZA 1	PIEZA 16	PIEZA 17	PIEZA 32
Núm. obs	Válidos	899	903	969	961
	Perdidos	199	195	129	137

Tabla X. Total de observaciones por pieza dentaria y datos perdidos asociados.

	DIENTE				
	n	1	16	17	32
Hombres	472	383	391	418	419
Mujeres	626	516	512	551	542
Total	1098	898	903	968	960

Tabla XI. Número total de observaciones por pieza dentaria analizada según sexo.

Las tablas XII a la XV presentan el número de observaciones separadas por sexo y arcada dentaria, según categorías de edad. Se aprecia que el mayor número de observaciones en el caso de las mujeres, para ambas arcadas, se dio en el grupo de 13 años y que el menor número de observaciones también para mujeres en ambas arcadas, se dio en el grupo de 26 años de edad. Para el caso de los hombres, a diferencia de las mujeres, el mayor número de observaciones en ambos maxilares, se dio en el grupo de 18 años; por otro lado, el menor número de observaciones para el maxilar superior, se dio en el grupo de 24 años de edad; en mandíbula se dio en relación al grupo de 26 años.

Las tablas XVI y XVII, muestran el número de observaciones por estadios del desarrollo, según sexo, tanto para el maxilar superior como para el inferior, observándose que el menor número de observaciones se encuentra en relación

a los estadios más tempranos (fases A y B), mientras que el mayor número de observaciones se encuentra en relación al estadio H.

EDAD	Freq.	%	Cum.
13	129	12.55	12.55
14	73	7.1	19.65
15	73	7.1	26.75
16	82	7.98	34.73
17	105	10.21	44.94
18	83	8.07	53.02
19	75	7.3	60.31
20	56	5.45	65.76
21	87	8.46	74.22
22	59	5.74	79.96
23	56	5.45	85.41
24	50	4.86	90.27
25	52	5.06	95.33
26	48	4.67	100
Total	1028	100	

Tabla XII. Número de observaciones por subgrupo etario en maxilar superior de mujeres.

EDAD	Freq.	%	Cum.
13	124	11.34	11.34
14	81	7.41	18.76
15	77	7.04	25.8
16	94	8.6	34.4
17	112	10.25	44.65
18	86	7.87	52.52
19	77	7.04	59.56
20	73	6.68	66.24
21	89	8.14	74.38
22	68	6.22	80.6
23	49	4.48	85.09
24	54	4.94	90.03
25	62	5.67	95.7
26	47	4.3	100
Total	1093	100	

Tabla XIII. Número de observaciones por subgrupo etario en maxilar inferior de mujeres.

EDAD	Freq.	%	Cum.
13	74	9.56	9.56
14	68	8.79	18.35
15	75	9.69	28.04
16	54	6.98	35.01
17	65	8.4	43.41
18	81	10.47	53.88
19	76	9.82	63.7
20	58	7.49	71.19
21	36	4.65	75.84
22	37	4.78	80.62
23	47	6.07	86.69
24	28	3.62	90.31
25	46	5.94	96.25
26	29	3.75	100
Total	774	100	

Tabla XIV. Número de observaciones por subgrupo etario en maxilar superior de hombres.

EDAD	Freq.	%	Cum.
13	70	8.36	8.36
14	74	8.84	17.2
15	82	9.8	27
16	74	8.84	35.84
17	73	8.72	44.56
18	86	10.27	54.84
19	76	9.08	63.92
20	63	7.53	71.45
21	38	4.54	75.99
22	46	5.5	81.48
23	44	5.26	86.74
24	36	4.3	91.04
25	42	5.02	96.06
26	33	3.94	100
Total	837	100	

Tabla XV. Número de observaciones por subgrupo etario en maxilar inferior de hombres.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Hombres	0	3	41	43	79	74	68	466
Mujeres	1	5	29	80	120	131	126	536
Total	1	8	70	123	199	205	194	1002

Tabla XVI. Número de observaciones por estadios del desarrollo en maxilar superior.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Hombres	0	2	58	35	97	132	94	419
Mujeres	1	0	71	87	144	192	168	430
Total	1	2	129	122	241	324	262	849

Tabla XVII. Número de observaciones por estadios del desarrollo en maxilar inferior.

Las tablas de contingencia XVIII a la XXI, muestran la distribución de los estadios de desarrollo coronario radicular de los terceros molares analizados, por subgrupo etario según sexo y arcada dentaria. En dichas tablas se aprecia que mujeres alcanzan más tardíamente los estadios finales del desarrollo del tercer molar, respecto de los hombres. Para el caso de las mujeres en mandíbula, hasta los 25 años de edad se registraron individuos en estadio G del desarrollo radicular.

EDAD	ESTADIO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
13		4	18	42	39	25	1	
14	1		4	15	23	25	5	
15		1	3	5	18	26	16	4
16			1	7	20	10	20	24
17			3	6	11	24	22	39
18				1	6	14	23	39
19				3	2	3	17	50
20				1	1	1	7	46
21						2	8	77
22						1	7	51
23								56
24								50
25								52
26								48

Tabla XVIII. Número total de observaciones por estadio del desarrollo en arcada superior de mujeres según edad.

EDAD	ESTADIO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
13			47	35	31	11		
14	1		7	16	43	14		
15			7	9	21	29	7	4
16			6	8	22	34	20	4
17			3	7	15	49	23	15
18			1	7	6	23	32	17
19				2	2	13	29	31
20				2	1	15	17	38
21				1	3	3	20	62
22						1	10	57
23							4	45
24								54
25							5	57
26								47

Tabla XIX. Número total de observaciones por estadio del desarrollo en arcada inferior de mujeres según edad.

EDAD	ESTADIO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
13		3	27	22	15	7		
14			6	14	26	20	2	
15			3	2	21	27	12	10
16			3	3	13	8	13	14
17			1	2	1	6	14	41
18					1	1	18	61
19					1	5	6	64
20			1		1		3	53
21								36
22								37
23								47
24								28
25								46
26								29

Tabla XX. Número total de observaciones por estadio del desarrollo en arcada superior de hombres según edad.

EDAD	ESTADIO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
13		1	40	11	15	3		
14			12	17	23	22		
15		1	1	4	41	21	12	2
16			5	3	14	35	16	1
17					1	31	21	20
18						13	31	42
19					1	5	8	62
20					2	2	6	53
21								38
22								46
23								44
24								36
25								42
26								33

Tabla XXI. Número total de observaciones por estadio del desarrollo en arcada inferior de hombres según edad.

6.4 Análisis de la edad cronológica que le corresponde a cada estadio del desarrollo del tercer molar para mujeres y hombres (objetivo 1 del estudio).

En las tablas XXII-XXIII, se muestran las edades mínimas observadas para cada uno de los diferentes estadios del desarrollo del tercer molar, separadas por sexo. Por otro lado, en las tablas XXIV-XXV, se muestran las edades

máximas para cada uno de los estadios del desarrollo de los terceros molares, también separadas por sexo. En relación a las tablas XXII-XXIII, se aprecia que tanto para hombres como para mujeres, en arcada superior e inferior, las diferencias en edades mínimas se dan en los dos últimos estadios del desarrollo de los terceros molares, excepto para la pieza 16 en mujeres, en donde las diferencias se dan sólo en el estadio H. En tanto que en las tablas XXIV-XXV, se muestra que los hombres presentan valores menores de edades máximas respecto de las mujeres, excepto para la pieza 1 en los estadios C y E, así como también para la pieza 16 en el estadio B.

ESTADIO	DIENTE			
	1	16	17	32
A	14		14	
B	13	13		
C	13	13	13	13
D	13	13	13	13
E	13	13	13	13
F	13	13	13	13
G	14	13	15	15
H	15	15	15	15

Tabla XXII. Valores mínimos de edad, observados por estadio del desarrollo en mujeres.

ESTADIO	DIENTE			
	1	16	17	32
A				
B	13	13	13	
C	13	13	13	13
D	13	13	13	13
E	13	13	13	13
F	13	13	13	13
G	14	15	15	15
H	15	15	15	15

Tabla XXIII. Valores mínimos de edad, observados por estadio del desarrollo en hombres.

ESTADIO	DIENTE			
	1	16	17	32
A	14		14	
B	13	15		
C	15	17	17	18
D	19	20	21	20
E	19	20	21	21
F	22	21	22	21
G	22	22	25	25
H	26	26	26	26

Tabla XXIV. Valores máximos de edad, observados por estadio del desarrollo en mujeres.

	DIENTE			
	1	16	17	32
ESTADIO				
A				
B	13	23	15	
C	20	17	16	16
D	17	17	16	16
E	20	19	20	20
F	19	19	20	20
G	20	20	20	20
H	26	26	26	26

Tabla XXV. Valores máximos de edad, observados por estadio del desarrollo en hombres.

En las tablas XXVI a la XXIX, se pueden apreciar la estadística descriptiva en relación a cada uno de los estadios del desarrollo del tercer molar, separadas por sexo y arcada dentaria, destacando la obtención de las edades medias y desviación estándar (d.s.) correspondientes.

Mujeres piezas 1-16				Intervalo de confianza al 95%				
Estadio	N	media	p50	d.s.	min	max	inferior	superior
A	1	14	14	.	14	14	.	.
B	5	13.4	13	0.8944272	13	15	12.28942	14.51058
C	29	13.86207	13	1.355521	13	17	13.34646	14.37768
D	80	14.25	13	1.782474	13	20	13.85333	14.64667
E	120	14.76667	14	1.708768	13	20	14.45779	15.07554
F	131	15.46565	15	2.004985	13	22	15.11908	15.81221
G	126	17.5873	17	2.11384	13	22	17.2146	17.96
H	536	21.3694	21	2.947788	15	26	21.11928	21.61952

Tabla XXVI. Estadística descriptiva de cada estadio del desarrollo de las piezas 1-16, en mujeres.

Mujeres piezas 17-32				Intervalo de confianza al 95%				
Estadio	N	media	p50	d.s.	min	max	inferior	superior
A	1	14	14	.	14	14	.	.
B	0	.	.	.	.	.	.	.
C	71	13.78873	13	1.29742	13	18	13.48164	14.09583
D	87	14.78161	14	2.07098	13	21	14.34022	15.223
E	144	14.97222	14	1.808853	13	21	14.67426	15.27018
F	192	16.65104	17	1.930222	13	22	16.37627	16.92581
G	168	18.83929	19	2.293783	15	25	18.4899	19.18867
H	430	22.19302	22	2.636033	15	26	21.94317	22.44288

Tabla XXVII. Estadística descriptiva de cada estadio del desarrollo de las piezas 17-32, en mujeres.

Hombres piezas 1-16					Intervalo de confianza al 95%			
Estadio	N	media	p50	d.s.	min	max	inferior	superior
A	0	.	.	.	.	.	.	.
B	3	13	13	0	13	13	13	13
C	41	13.78049	13	1.457947	13	20	13.3203	14.24067
D	43	13.81395	13	1.118158	13	17	13.46984	14.15807
E	79	14.63291	14	1.350947	13	20	14.33032	14.93551
F	74	15.12162	15	1.5166	13	19	14.77025	15.47299
G	68	16.94118	17	1.485074	14	20	16.58171	17.30064
H	466	20.75536	20	2.981705	15	26	20.48394	21.02679

Tabla XXVIII. Estadística descriptiva de cada estadio del desarrollo de las piezas 1-16, en hombres.

Hombres piezas 17-32					Intervalo de confianza al 95%			
Estadio	N	media	p50	d.s.	min	max	inferior	superior
A	0	.	.	.	.	.	.	.
B	2	14	14	1.414214	13	15	1.293795	26.7062
C	58	13.5	13	0.9032106	13	16	13.26251	13.73749
D	35	13.97143	14	0.8906612	13	16	13.66548	14.27738
E	97	14.76289	15	1.297218	13	20	14.50144	15.02433
F	132	16.04545	16	1.502485	13	20	15.78675	16.30416
G	94	17.26596	17	1.369212	15	20	16.98552	17.5464
H	419	21.41766	21	2.708267	15	26	21.15759	21.67773

Tabla XXIX. Estadística descriptiva de cada estadio del desarrollo de las piezas 17-32, en hombres.

6.5 Concordancia entre la edad estimada a través del desarrollo del tercer molar y la real de los individuos de la muestra analizada (objetivo 2 de la investigación).

6.5.1 Análisis de Varianza y Test de Comparación Múltiple de Scheffe

Luego de haber realizado los análisis descriptivos por individuos y por piezas dentales, se procedió a realizar los análisis inferenciales a través de análisis de varianza (ANOVA), considerando como variable respuesta la variable edad cronológica, en tanto que las variables explicativas fueron la variable desarrollo (que representa el desarrollo del tercer molar clasificado según Demirjian, 1973), el sexo y la interacción entre ambas variables. Estos análisis se realizaron separadamente por arcada. Además, se excluyeron los casos clasificados como estadios A y B, debido a su escasa representación muestral.

6.5.1.1 Análisis de Varianza para la pieza 1

En las tablas XXX y XXXI se muestran los resultados del análisis de la varianza ANOVA para la pieza 1, entre la variable edad y las variables desarrollo y sexo.

Numero de observaciones	=	894	R^2	=	0.5828
Raíz EMC	=	2.50755	R^2 ajustado	=	0.5776

Tabla XXX. Datos generales del análisis de varianza

	SCP	GL	MC	F	Prob
Modelo	7746.97274	11	704.270249	112.01	0.0000
Desarrollo	7355.50772	5	1471.10154	233.96	0.0000
Sexo	8.2007892	1	8.2007892	1.3	0.2537
Desarrollo#Sexo	11.2622123	5	2.25244246	0.36	0.8771
Residuos	5545.82816	882	6.28778702		
Total	13292.8009	893	14.8855553		

Tabla XXXI. Análisis de Varianza (ANOVA). SCP: suma de cuadrados parciales; GL: grados de libertad; MC: media cuadrática. F: estadística F de Fisher; Prob: valor de probabilidad.

Se observa que el coeficiente de determinación R^2 ajustado es de 0.578 (tabla XXX), indicando que el desarrollo de la pieza 1 explica aproximadamente el 58% de la varianza de la variable edad, lo cual también se observa en el análisis de varianza ANOVA (tabla XXXI), explicando la mayor parte del modelo ANOVA. Esta variable además resultó significativa. En tanto, las variables sexo y la interacción entre las variables desarrollo y sexo, no resultaron significativas, por lo que se removió la variable interacción y se realizó un nuevo análisis de varianza.

Numero de observaciones	=	894	R^2	=	0.5819
Raíz EMC	=	2.50301	R^2 ajustado	=	0.5791

Tabla XXXII. Datos generales del análisis de varianza

	SCP	GL	MC	F	Prob
Modelo	7735.71053	6	1289.28509	205.79	0.0000
Desarrollo	7735.70726	5	1547.14145	246.95	0.0000
Sexo	38.0367471	1	38.0367471	6.07	0.0139
Residuos	5557.09037	887	6.26503987		
Total	13292.8009	893	14.8855553		

Tabla XXXIII. ANOVA. SCP: suma de cuadrados parciales; GL: grados de libertad; MC: media cuadrática. F: estadística F de Fisher; Prob: valor de probabilidad.

Una vez removida la variable interacción, se observa que la variable sexo es significativa, aunque aporta relativamente poco al modelo.

Realizado el análisis ANOVA, se procedió a comparar las diferentes fases de desarrollo del tercer molar mediante el test de comparación múltiple de Scheffe (Tablas XXXIV, XXXV y XXXVI). No se observaron diferencias significativas entre las fases C a la E, como tampoco entre la E y la F, indicando que las edades se superponen entre estas diferentes fases de desarrollo, sin lograr una clara separación entre ellas. Al contrario, se observan diferencias significativas entre las fases D a H, indicando una menor superposición entre estas fases y consiguientemente generando claras distinciones entre ellas.

DESARROLLO	C	D	E	F	G
D	0.419				
	0.989				
E	1.237	0.818			
	0.332	0.534			
F	1.778	1.359	0.540		
	*0.036	*0.043	0.795		
G	3.805	3.386	2.567	2.027	
	*0.000	*0.000	*0.000	0*.000	
H	7.450	7.031	6.213	5.673	3.646
	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000

Tabla XXXIV. Comparación entre las diferentes fases del desarrollo de la pieza 1 para ambos sexos, mediante el test de comparación múltiple de Scheffe (con asterisco se encuentran aquellas diferencias significativas ($p < 0.05$)).

	MASCULINOS				
DESARROLLO	C	D	E	F	G
D	-0.050				
	1.000				
E	0.944	0.994			
	0.862	0.833			
F	1.339	1.389	0.395		
	0.589	0.548	0.993		
G	3.121	3.171	2.177	1.782	
	*0.001	*0.001	*0.012	0.093	
H	7.016	7.066	6.072	5.677	3.895
	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000

Tabla XXXV. Comparación de la edad entre fases mediante el test de comparación múltiple de Scheffe para la pieza 1 en relación a sexo masculino (con asterisco se encuentran aquellas diferencias significativas ($p < 0.05$)).

	FEMENINOS				
DESARROLLO	C	D	E	F	G
D	0.500				
	0.997				
E	1.000	0.500			
	0.922	0.998			
F	2.200	1.700	1.200		
	0.120	0.524	0.780		
G	3.000	2.500	2.000	0.800	
	*0.043	0.234	0.414	0.953	
H	6.429	5.929	5.429	4.229	3.429
	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000	*0.001

Tabla XXXVI. Comparación de la edad entre fases mediante el test de comparación múltiple de Scheffe, para la pieza 1 en relación a sexo femenino (con asterisco se encuentran aquellas diferencias significativas ($p < 0.05$)).

Lo anterior también puede visualizarse en los gráficos 3 y 4, que muestran la variable edad para cada fase del desarrollo para el sexo masculino (gráfico 3) y el femenino (gráfico 4). En estas figuras se observa que las primeras fases del desarrollo se superponen casi completamente entre ellas, en tanto que la fase E contiene a las fases C, D y F en el sexo masculino. Los mayores incrementos de la edad se observan desde la fase F en el sexo femenino y en la fase G en el sexo masculino. También es notorio el aumento de la dispersión de la edad

desde las fases más tempranas a las más tardías y la aparición de casos *outliers* hacia edades más tardías en algunas fases.

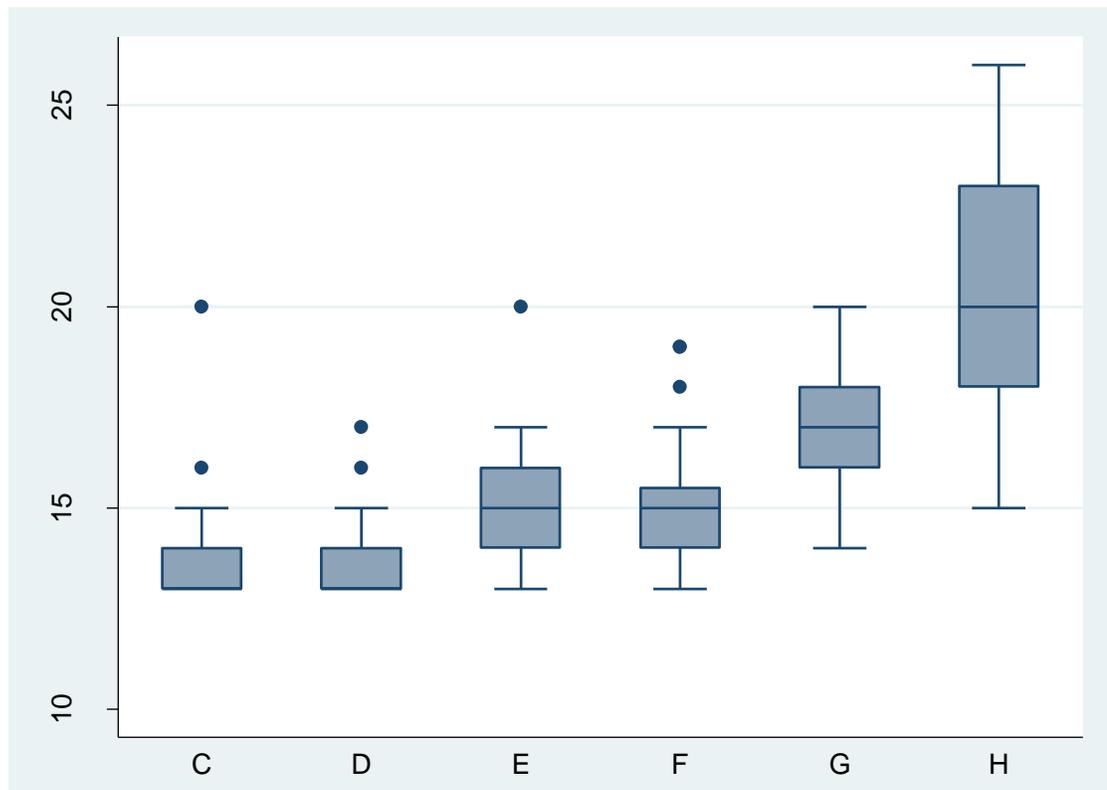


Gráfico 3. Box-Plot de la variable desarrollo de la pieza 1 para el sexo masculino.

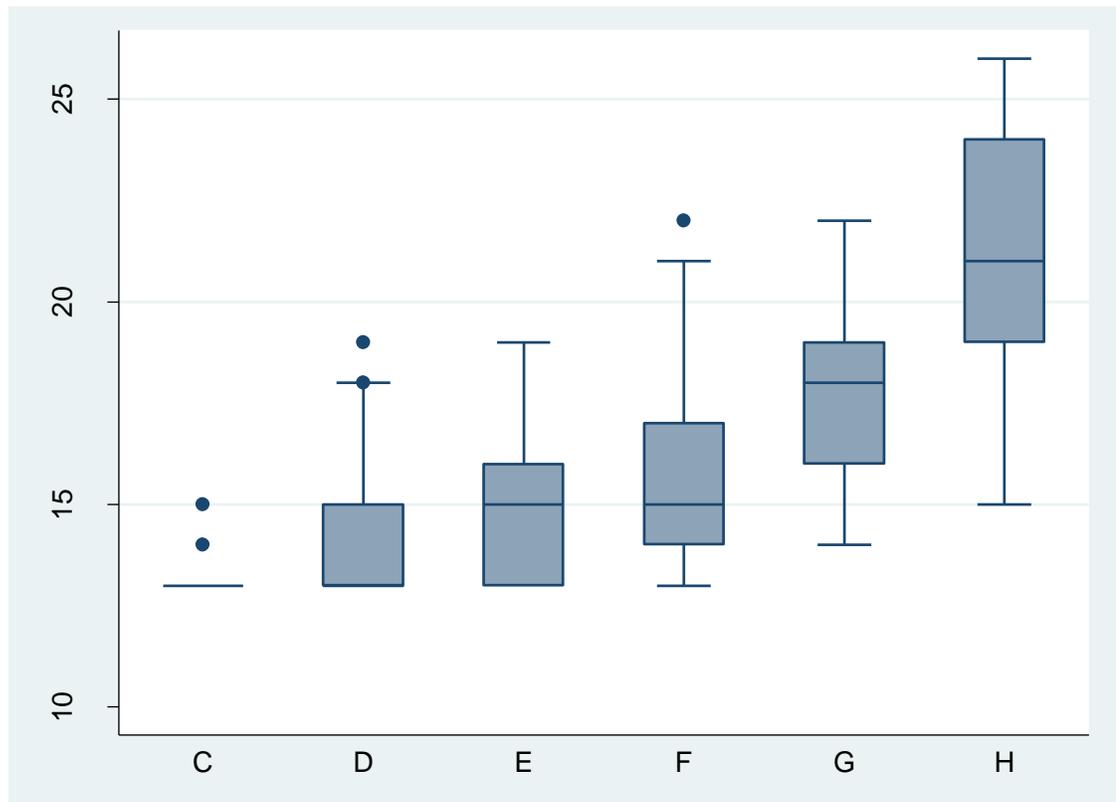


Gráfico 4. Box-Plot de la variable desarrollo de la pieza 1 para el sexo femenino.

6.5.1.2 Análisis de Varianza para la pieza 17

Numero de observaciones	=	963	R^2	=	0.6814
Raíz EMC	=	2.18075	R^2 ajustado	=	0.6777

Tabla XXXVII. Datos generales del análisis de varianza para la pieza 17.

	SCP	GL	MC	F	Prob
Modelo	9674.04971	11	879.459065	184.93	0.0000
Desarrollo	9369.18437	5	1873.83687	394.02	0.0000
Sexo	73.3738776	1	73.3738776	15.43	0.0001
Desarrollo#Sexo	26.2611836	5	5.25223673	1.1	0.3563
Residuos	4522.64395	951	4.75567188		
Total	14196.6937	962	14.7574778		

Tabla XXXVIII. ANOVA. SCP: suma de cuadrados parciales; GL: grados de libertad; MC: media cuadrática. F: estadística F de Fisher; Prob: valor de probabilidad.

Las tablas XXXVII y XXXVIII muestran los resultados del análisis de varianza ANOVA utilizando como variable respuesta la edad y como variables explicativas las variables desarrollo, sexo y su interacción para la pieza 17. El coeficiente de determinación R^2 ajustado es de 0.68, por lo que el modelo completo explicaría aproximadamente el 68% de la variable edad. Sin embargo, y como fue observado en la pieza 1, la variable interacción entre sexo y desarrollo no es significativa, por lo que se excluyó de los análisis y se realizó un nuevo análisis de varianza.

Número de observaciones	=	963	R^2	=	0.6796
Raíz EMC	=	2.18135	R^2 ajustado	=	0.6776

Tabla XXXIX. Datos generales del análisis de varianza

	SCP	GL	MC	F	Prob
Modelo	9647.78853	6	1607.96475	337.93	0.0000
Desarrollo	9642.09231	5	1928.41846	405.28	0.0000
Sexo	132.146615	1	132.146615	27.77	0.0000
Residuos	4548.90514	956	4.75826897		
Total	14196.6937	962	14.7574778		

Tabla XL. ANOVA. SCP: suma de cuadrados parciales; GL: grados de libertad; MC: media cuadrática. F: estadística F de Fisher; Prob: valor de probabilidad.

De modo similar a lo observado para la pieza 1, las variables desarrollo y sexo, explican la variación de la variable edad, aunque con un menor aporte de la variable sexo.

DESARROLLO	C	D	E	F	G
D	0.7463				
	0.5960				
E	1.1770	0.4308			
	*0.0440	0.8940			
F	2.7552	2.0090	1.5782		
	*0.0000	*0.0000	*0.0000		
G	4.5302	3.7840	3.3532	1.7750	
	*0.0000	*0.0000	*0.0000	*0.0000	
H	8.1354	7.3892	6.9584	5.3802	3.6052
	*0.0000	*0.0000	*0.0000	*0.0000	*0.0000

Tabla XLI. Comparación de la edad entre fases mediante el test de comparación múltiple de Scheffe, para la pieza 17 en ambos sexos (con asterisco se encuentran aquellas diferencias significativas ($p < 0.05$)).

	MASCULINOS				
DESARROLLO	C	D	E	F	G
D	0.381				
	0.996				
E	1.246	0.865			
	0.295	0.791			
F	2.465	2.084	1.219		
	*0.000	*0.013	0.100		
G	3.786	3.404	2.540	1.320	
	*0.000	*0.000	*0.000	0.069	
H	7.903	7.521	6.656	5.437	4.117
	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000

Tabla XLII. Comparación de la edad entre fases mediante el test de comparación múltiple de Scheffe para el sexo masculino en relación a la pieza 17 (con asterisco se encuentran aquellas diferencias significativas ($p < 0.05$)).

	FEMENINOS				
DESARROLLO	C	D	E	F	G
D	0.830				
	0.734				
E	1.118	0.288			
	0.339	0.993			
F	2.911	2.082	1.794		
	*0.000	*0.000	*0.000		
G	4.908	4.079	3.791	1.997	
	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000	
H	8.388	7.559	7.271	5.477	3.480
	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000	*0.000

Tabla XLIII. Comparación de la edad entre fases mediante el test de comparación múltiple de Scheffe para el sexo femenino en relación a la pieza 17 (con asterisco se encuentran aquellas diferencias significativas ($p < 0.05$)).

El test de comparaciones múltiples de Scheffe de las diferentes fases del desarrollo de la pieza 17, muestra algunas diferencias respecto de los resultados obtenidos para la pieza 1. En este caso, las diferencias significativas entre fases se observan desde el estadio E y no se observaron diferencias significativas entre las fases D y E, como tampoco entre las fases C y D.

Los gráficos 5 y 6 muestran la variable edad para cada fase, tanto para el sexo femenino (gráfico 5) como para el sexo masculino (gráfico 6). En el gráfico 5 se observa que la fase D prácticamente contiene a las fases C y E, corroborando la no significación estadística entre las fases C-D y D-E, observada en el test de comparaciones múltiples de Scheffe. A diferencia de lo anterior, en el gráfico 6, las fases se superponen completamente, en tanto que el incremento de la edad comienza levemente en la fase E y con mayor notoriedad desde la fase F. También, y al igual que la pieza 1, es notorio el aumento de la dispersión de la edad desde las fases más tempranas a las más tardías y la aparición de casos *outliers* hacia edades más tardías en algunas fases. La fase H es la única que presenta casos *outliers* hacia edades más tempranas.

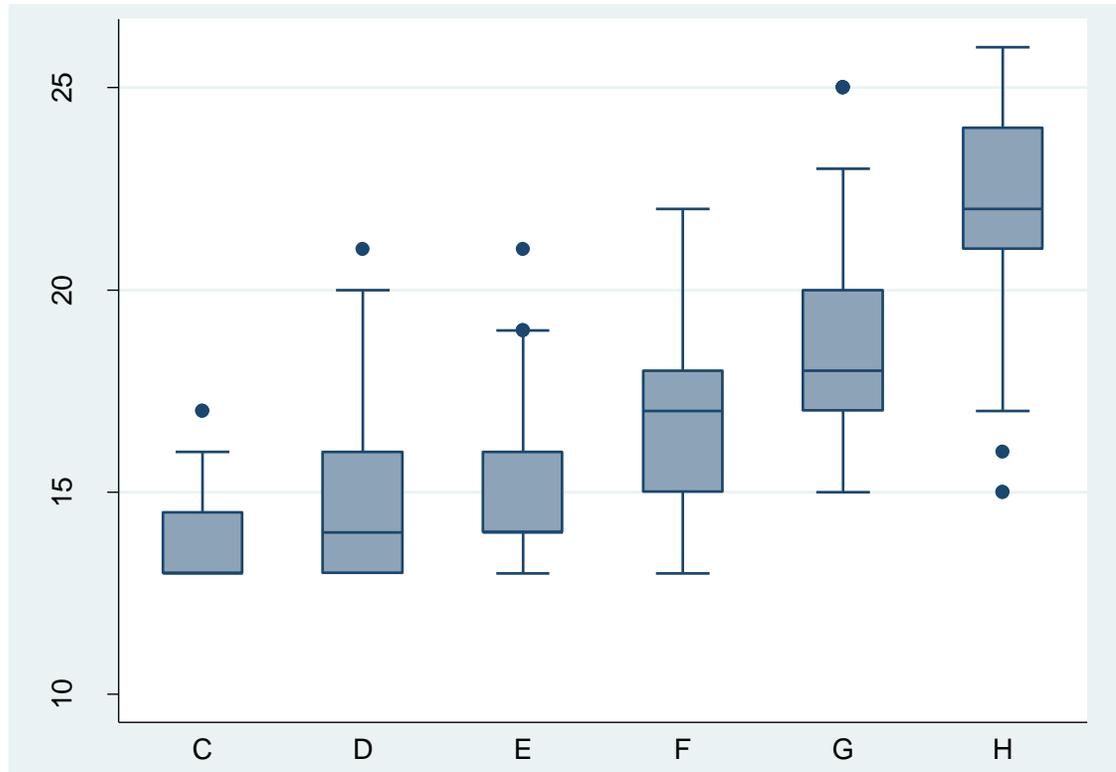


Gráfico 5. Box-Plot de la variable desarrollo de la pieza 17 para el sexo femenino.

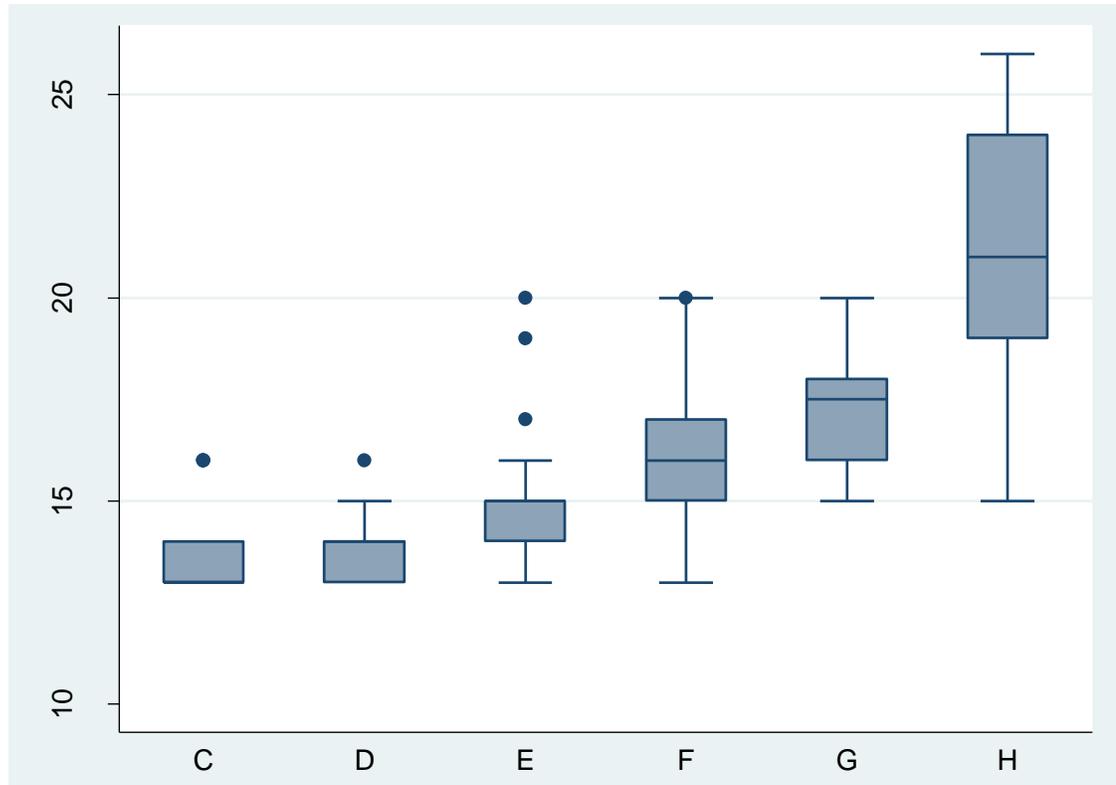


Gráfico 6. Box-Plot de la variable desarrollo de la pieza 17 para el sexo masculino.

6.5.2 Intervalos de edad a partir de una desviaciones estándar

La tabla XLIV muestra los rangos de edad para cada fase del desarrollo, en mujeres y hombres según arcada dentaria, los cuales fueron construidos utilizando una desviación estándar. En esta tabla se observa que en ambos maxilares de mujeres, los intervalos más amplios de edad se dan en los estadios del desarrollo G y H, mientras que en hombres, los intervalos más amplios de edad se encuentran en los estadios F y H. Por otro lado, los

intervalos de edad más estrechos en mujeres, se dan en el estadio C tanto para la arcada superior como para la inferior, mientras que en hombres para la arcada inferior el rango más estrecho de edad se da en relación al estadio C, y en la arcada superior en relación al estadio D.

ARCADA SUPERIOR/MUJERES			ARCADA INFERIOR/MUJERES	
Fase	inferior	superior	inferior	superior
C	12.50	15.21	12.49	15.08
D	12.47	16.03	12.71	16.85
E	12.99	16.53	13.17	16.77
F	13.46	17.46	14.72	18.58
G	15.47	19.69	16.54	21.12
H	18.42	24.30	19.56	24.82
ARCADA SUPERIOR/HOMBRES			ARCADA INFERIOR/HOMBRES	
Fase	inferior	superior	inferior	superior
C	12.32	15.23	12.59	14.40
D	12.70	14.92	13.08	14.86
E	13.28	16.03	13.47	16.05
F	13.61	16.63	14.54	17.54
G	15.46	18.42	15.90	18.62
H	17.77	23.73	18.71	24.11

Tabla XLIV. Intervalos de edad basados en una desviación estándar, según sexo y arcada dentaria analizada.

6.5.3 Validación de las estimaciones basadas en una desviaciones estándar

En las tablas que se muestran a continuación, primero se presenta la distribución de la submuestra en la cual se realizó la estimación de edad a partir de los intervalos obtenidos previamente, según sexo y grupo etario (tabla XLV). Luego, en las tablas XLVI y XLVII, se muestran los resultados de las estimaciones de edad, basadas en la totalidad de terceros molares presentes en cada individuo estudiado. Los resultados son presentados a través del error promedio en las estimaciones, teniendo en cuenta si el valor era positivo o negativo (sesgo) y no teniendo en cuenta el signo de dicho valor (inexactitud). Además es presentado el número de casos en que las estimaciones de edad realizadas no correspondían a la edad real de los individuos (proporción de error), así como también el grado de acuerdo entre los valores estimados y el real (exactitud), según grupo etario, para mujeres y hombres. Por último, en la tabla XLVIII son presentados los resultados de las estimaciones basadas en un solo tercer molar.

En mujeres (tabla XLVI), se aprecia que sólo en los subgrupos de 17 y 18 años, hubo una exactitud menor al 100%, pero sin embargo con una baja proporción de error (de 0.1 en el subgrupo de 17 años y de 0.2 en el subgrupo de 18 años) y de inexactitud (0.22 años en el subgrupo de 17 años de edad y de 1 año en el

subgrupo de individuos de 18 años de edad), subestimándose la edad real en ambos casos (en individuo de 17 años sesgo=+0.22 y en individuo de 18 años sesgo=+1.01). En el caso de los hombres, en los subgrupos de 15, 16 y 17 años, hubo una exactitud menor al 100%, pero sin embargo también con una baja inexactitud (0.64 años en el subgrupo de 15 años de edad; 1 año en el subgrupo de individuos de 16 años de edad y de 0.84 años en el subgrupo de individuos de 17 años de edad), subestimándose también la edad real en los tres grupos (en individuo de 15 años sesgo=+0.64; en individuos de 16 años sesgo=+1.03 y en individuo de 17 años sesgo=+0.84).

Por otro lado, en las estimaciones basadas en un solo tercer molar (tabla XLVIII), la frecuencia de error es mayor que el observado en las estimaciones basadas en más de un tercer molar (tablas XLVI-XLVII) y por ende la exactitud también es menor. Utilizando al menos dos terceros molares en las estimaciones, la proporción de error general para mujeres, fue de 2/66 (exactitud de 97%), mientras que en hombres fue de 4/72 (exactitud de 94.5%), en cambio en las estimaciones basadas en la pieza 1, para mujeres la proporción de error fue de 5/54 (exactitud de 90.75%) y en hombres de 7/52 (exactitud de 86.54%); para las estimaciones utilizando la pieza 17, la proporción de error en mujeres fue de 6/62 (exactitud de 90.32%) y en hombres de 12/64 (exactitud de 81.25%).

En las estimaciones basadas en un solo tercer molar (tabla XLVIII), hubo un caso en el cual fue sobre-estimada la edad real (sesgo=-2.12, en mujer utilizando la pieza 1).

EDAD (años)												Total
SEXO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Mujeres	7	4	8	8	10	5	6	4	7	7	0	66
Hombres	6	8	6	7	4	9	8	7	10	6	1	72
Total	13	12	14	15	14	14	14	11	17	13	1	138

Tabla XLV. Distribución de la muestra de validación según sexo y edad.

MUJERES											
EDAD (años)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Sesgo	0	0	0	0	0.22	1.01	0	0	0	0	
Inexactitud	0	0	0	0	0.22	1.01	0	0	0	0	
Proporción error	0/7	0/4	0/8	0/8	1/10	1/5	0/6	0/4	0/7	0/7	
Exactitud (%)	100	100	100	100	90	80	100	100	100	100	

Tabla XLVI. Resultados del cálculo del sesgo, inexactitud, proporción de error y exactitud, para las estimaciones basadas en una desviación estándar (1 d.s.), en mujeres según subgrupo etario.

HOMBRES											
EDAD (años)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Sesgo	0	0	0.64	1.03	0.84	0	0	0	0	0	0
Inexactitud	0	0	0.64	1.03	0.84	0	0	0	0	0	0
Proporción error	0/6	0/8	1/6	2/7	1/4	0/9	0/8	0/7	0/10	0/6	0/1
Exactitud (%)	100	100	83	71	75	100	100	100	100	100	100

Tabla XLVII. Resultados del cálculo del sesgo, inexactitud, proporción de error y exactitud, para las estimaciones basadas en una desviación estándar (1 d.s.), en hombres según subgrupo etario.

			C	D	E	F	G	H
P1	Femenino	Sesgo	1.43	0	0.54	0.78	0	-2.12
		Inexactitud	1.43	0	0.54	0.78	0	2.12
		Proporción error	1/6	0/4	1/7	2/10	0/6	1/21
		Exactitud (%)	83.4	100	85.8	80	100	95.2
	Masculino	Sesgo	0.78	0.78	0	0.95	2.44	0.00
		Inexactitud	0.78	0.78	0	0.95	2.44	0.00
		Proporción error	1/1	3/8	0/4	2/4	1/4	0/31
		Exactitud (%)	0	62.5	100	50	75	100
P17	Femenino	Sesgo	0	0.92	0.93	0.65	0.88	0
		Inexactitud	0	0.92	0.93	0.65	0.88	0
		Proporción error	0/5	2/8	2/11	1/14	1/7	0/17
		Exactitud (%)	100	75	81.8	92.8	85.7	100
	Masculino	Sesgo	1.52	2.61	0	1.63	0.99	0
		Inexactitud	1.52	2.61	0	1.63	0.99	0
		Proporción error	3/6	2/5	0/7	4/15	3/5	0/26
		Exactitud (%)	50	60	100	73	40	100

Tabla XLVIII. Resultados del cálculo del sesgo, inexactitud, proporción de error y exactitud para las estimaciones basadas en una desviación estándar (1 d.s.), por pieza dentaria, según sexo y estadios del desarrollo.

6.6 Diferencias en el desarrollo del tercer molar intra-arco (objetivo 3 del estudio)

Mediante la comparación de medias a través de la prueba t de Student, se pudo establecer que no hay diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo del tercer molar entre lado derecho e izquierdo del maxilar superior, aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa con un p valor de 0.71, que señala que existen diferencias en el desarrollo entre piezas 1 y 16 para cada individuo de la muestra (ver tabla XLIX).

Variable	Obs.	Media	Dev. estd.	[95% Conf.	Intervalo]
Pieza1	799	6.814768	1.556209	6.706699	6.922838
Pieza16	799	6.808511	1.59011	6.698087	6.918934
diff	799	0.0062578	0.484042	-0.0273559	0.0398716
mean(diff) = mean(pieza1 -pieza16)			t = 0.3654		
Ho: mean(diff) = 0			degrees of freedom = 798		
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0	
Pr(T < t) = 0.6426		Pr(|T| > |t|) = 0.7149		Pr(T > t) = 0.3574	

Tabla XLIX. Resultados de la comparación en el desarrollo del tercer molar intra-arco maxilar superior.

De la misma forma, a través de la prueba t de Student, se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alternativa con un p valor 0.37, estableciendo que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el desarrollo de las piezas 17-32 (ver tabla L).

Variable	Obs.	Media	Dev. estd.	[95% Conf.	Intervalo]
Pieza17	893	6.516237	1.613777	6.41025	6.622225
Pieza32	893	6.530795	1.600309	6.425692	6.635898
diff	893	-0.0145577	0.4907334	-0.0467875	0.0176721
mean(diff) = mean(pieza17 - pieza32)			t = -0.8865		
Ho: mean(diff) = 0			degrees of freedom = 892		
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0	
Pr(T < t) = 0.1878		Pr(|T| > |t|) = 0.3756		Pr(T > t) = 0.8122	

Tabla L. Resultados de la comparación en el desarrollo del tercer molar intra-arco maxilar inferior.

6.7 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre arcos dentarios (objetivo 4 del estudio)

A través de la aplicación de la prueba t de Student, se rechazó la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa, que señala que si hay diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo del tercer molar entre maxilar superior e inferior en los individuos de la muestra estudiada, con un desarrollo

más avanzado de los terceros molares del maxilar superior respecto de los mandibulares, con un p valor mucho menor a 0.05 (ver tabla LI).

Variable	Obs	Media	Err. estd.	Dev.Estd.	[95% Conf.	Intervalo]
Maxila	946	6.886892	0.0490282	1.507967	6.790675	6.983109
Mandíbula	946	6.575053	0.0530001	1.63013	6.471041	6.679064
diff	946	0.3118393	0.0251845	0.7746017	0.2624154	0.3612633
mean(diff) = mean(maxila - mandíbula)				t = 12.3822		
Ho: mean(diff) = 0			degrees of freedom = 945			
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 1.0000		Pr(|T| > |t|) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000		

Tabla LI. Resultados de la comparación en el desarrollo del tercer molar entre maxilar superior e inferior.

6.8 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres (objetivo 5 del estudio).

A través de la prueba t de Student, fueron estudiados por separados el maxilar superior y el inferior, para analizar la existencia de diferencias entre hombres y mujeres en el desarrollo del tercer molar. Para el maxilar superior, se acepta la hipótesis nula que señala que no hay diferencias en el desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres, rechazando la hipótesis alternativa, con un p valor de 0.4295 (ver tabla LII). Sin embargo, para el maxilar inferior, se rechazó la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa que señala que el desarrollo

del tercer molar es más avanzado en hombres que en mujeres, con un p valor de 0.0066 (ver tabla LIII).

Grupo	Obs.	Media	Err. estd.	Dev.estd.	[95% Conf.	Intervalo]
Hombres (0)	429	6.902098	0.0764767	1.584009	6.751781	7.052414
Mujeres (1)	574	6.824042	0.0634285	1.519638	6.699461	6.948622
combinado	1003	6.857428	0.0488535	1.547199	6.761561	6.953295
diff		0.0780561	0.0987628		-0.1157498	0.271862
diff = mean(0) - mean(1)				t = 0.7903		
Ho: diff = 0			degrees of freedom = 1001			
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.7852		Pr(|T| > |t|) = 0.4295		Pr(T > t) = 0.2148		

Tabla LII. Resultados de la comparación para el desarrollo del tercer molar en maxilar superior entre hombres y mujeres.

Grupo	Obs	Media	Err. estd.	Dev. estd.	[95% Conf.	Intervalo]
Hombres (0)	447	6.722595	0.0758708	1.604088	6.573486	6.871704
Mujeres (1)	590	6.471186	0.0669364	1.625878	6.339723	6.602649
combinado	1037	6.579556	0.0503234	1.620539	6.480809	6.678304
diff		0.2514086	0.1013659		0.0525025	0.4503148
diff = mean(0) - mean(1)				t = 2.4802		
Ho: diff = 0			degrees of freedom = 1035			
Ha: diff < 0			Ha: diff != 0		Ha: diff > 0	
Pr(T < t) = 0.9934		Pr(|T| > |t|) = 0.0133		Pr(T > t) = 0.0066		

Tabla LIII. Resultados de la comparación para el desarrollo del tercer molar en maxilar inferior entre hombres y mujeres.

6.9 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre individuos chilenos y otras poblaciones estudiadas (objetivo 6 del estudio).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la comparación de las edades medias calculadas para cada estadio del desarrollo en la muestra chilena, respecto de las edades medias informadas en distintos grupos poblacionales (tablas LIV, LV, LVI y LVII).

En las tablas LIV y LV, son presentadas las diferencias de la muestra chilena con una muestra hispana y otra caucásica norteamericana respectivamente. Para el caso de la muestra hispana norteamericana, se aprecian diferencias estadísticamente significativas, principalmente en los primeros estadios del desarrollo (en las fases D y E), con un más temprano desarrollo del tercer molar

en individuos chilenos. Sin embargo, al comparar la muestra chilena con la muestra caucásica norteamericana, se aprecia que estas diferencias estadísticamente significativas, se dan en todas las fases del desarrollo desde el estadio "D" hasta el estadio "H", exceptuando sólo la fase G en molares mandibulares de mujeres.

Estadio	Arcada-sexo	Estudio chileno			Solari & Abramovitch			Dif.	p-valor
		n	media	s.d.	n	media	s.d.		
D	Maxila-Mujeres	80	14.25	1.78	94	15.70	1.40	1.45	<<0.01
	Mandib-Mujeres	87	14.78	2.07	72	15.60	1.40	0.82	0.0029
	Maxila-Hombres	43	13.81	1.11	54	15.30	1.40	1.49	<<0.01
	Mandib-Hombres	35	13.97	0.89	34	15.50	1.50	1.53	<<0.01
E	Maxila-Mujeres	120	14.76	1.77	41	16.20	1.70	1.44	0.0004
	Mandib-Mujeres	144	14.97	1.80	62	16.10	1.40	1.13	0.0001
	Maxila-Hombres	79	14.63	1.35	46	16.00	1.40	1.37	0.0001
	Mandib-Hombres	97	14.76	1.29	62	15.80	1.20	1.04	<<0.01
F	Maxila-Mujeres	131	15.46	2.00	44	16.70	1.80	1.24	0.0027
	Mandib-Mujeres	192	16.65	1.93	57	17.30	2.60	0.65	N.S.
	Maxila-Hombres	74	15.12	1.51	35	16.10	1.50	0.98	0.01
	Mandib-Hombres	132	16.04	1.50	38	16.30	1.30	0.26	N.S.
G	Maxila-Mujeres	126	17.58	2.11	19	18.40	2.20	0.82	0.0029
	Mandib-Mujeres	168	18.83	2.29	34	18.50	2.10	-0.33	N.S.
	Maxila-Hombres	68	16.94	1.48	17	16.70	1.40	-0.24	N.S.
	Mandib-Hombres	94	17.26	1.36	15	17.10	1.70	-0.16	N.S.
H	Maxila-Mujeres	536	21.36	2.94	85	20.80	2.20	-0.56	N.S.
	Mandib-Mujeres	430	22.19	2.63	51	21.70	1.80	-0.49	N.S.
	Maxila-Hombres	466	20.75	2.98	62	20.10	2.60	-0.65	N.S.
	Mandib-Hombres	419	21.41	2.70	52	20.60	2.30	-0.81	0.0436

Tabla LIV. Comparación edades medias entre muestra de población chilena e hispana (Solari & Abramovitch, 2002), para cada uno de los estadios de desarrollo del tercer molar.

Fase	Arcada-sexo	Tamaño muestral		Edad media				t-test	
		Est. chileno	Mincer	Est. chileno	S.D	Mincer	S.D	Dif.	p-valor
C	Maxila-Mujeres	29	2	13.86		17.30			
	Mandib-Mujeres	71	2	13.78		14.92			
	Maxila-Hombres	41	4	13.78		15.06			
	Mandib-Hombres	58	4	13.50		16.17			
D	Maxila-Mujeres	80	41	14.25	1.782	16.0	1.55	1.75	0.0000
	Mandib-Mujeres	87	52	14.78	2.07	16.0	1.64	1.22	0.0004
	Maxila-Hombres	43	30	13.81	1.118	16.0	1.97	2.19	0.0000
	Mandib-Hombres	35	31	13.97	0.89	15.5	1.59	1.53	0.0000
E	Maxila-Mujeres	120	61	14.76	1.77	16.9	1.85	2.14	0.0000
	Mandib-Mujeres	144	55	14.97	1.808	16.9	1.75	1.93	0.0000
	Maxila-Hombres	79	29	14.63	1.35	16.6	2.38	1.97	0.0000
	Mandib-Hombres	97	37	14.76	1.297	17.3	2.47	2.54	0.0000
F	Maxila-Mujeres	131	59	15.46	2	18	1.95	2.54	0.0001
	Mandib-Mujeres	192	70	16.65	1.93	17.7	1.8	1.05	0.0000
	Maxila-Hombres	74	47	15.12	1.516	17.7	2.28	2.58	0.0000
	Mandib-Hombres	132	45	16.04	1.502	17.5	2.14	1.46	0.0000
G	Maxila-Mujeres	126	81	17.58	2.113	18.8	2.27	1.22	0.0001
	Mandib-Mujeres	168	79	18.83	2.293	19.1	2.18	0.27	0.3815
	Maxila-Hombres	68	52	16.94	1.485	18.2	1.91	1.26	0.0001
	Mandib-Hombres	94	74	17.26	1.369	18.3	1.93	1.04	0.0001
H	Maxila-Mujeres	536	138	21.36	2.947	20.6	2.09	-0.76	0.0045
	Mandib-Mujeres	430	132	22.19	2.636	20.9	2.01	-1.29	0.0000
	Maxila-Hombres	466	154	20.75	2.981	20.2	2.09	-0.55	0.0341
	Mandib-Hombres	419	135	21.41	2.708	20.5	1.97	-0.91	0.0003

Tabla LV. Comparación de edades medias entre muestra de población chilena y caucásica (Mincer y cols. 1993), para cada uno de los estadios de desarrollo del tercer molar.

En la tabla LVI, se observa que en la mayoría de los casos la muestra chilena presenta un desarrollo más adelantado del tercer molar, respecto de una muestra española. Sólo se aprecia un desarrollo adelantado de individuos españoles respecto de chilenos, con diferencias estadísticamente significativas, para el estadio H de mujeres y hombres.

De la misma forma, en la tabla LVII se muestra que en la mayoría de los casos, los individuos de la muestra chilena, presentan un desarrollo adelantado del tercer molar respecto de individuos chinos, excepto para el estadio C de hombres y mujeres en cada uno de los terceros molares de ambas arcadas; para el estadio D de mujeres en relación a las piezas 18-28-38 y para el estadio H de mujeres en relación a las piezas 28-48-38.

Molar	Fase	Sexo	Tamaño muestral		Edad media				t-test	
			Estudio chileno	Prieto y cols. 2005	Estudio chileno	S.D	Prieto y cols. 2005	S.D.	Dif.	p-valor
48	C	Mujeres	36	14	13.77	1.26	14.92	1.19	1.15	0.005
		Hombres	28	6	13.50	0.96	14.78	0.63	1.28	0.004
	D	Mujeres	49	87	14.65	2.03	15.12	0.97	0.47	0.070
		Hombres	20	54	13.90	0.85	15.05	0.94	1.15	0.000
	E	Mujeres	68	138	14.94	1.76	15.86	1.17	0.92	0.000
		Hombres	51	105	14.76	1.36	15.17	0.91	0.41	0.027
	F	Mujeres	98	225	16.73	2.01	16.82	1.53	0.09	0.660
		Hombres	62	182	15.98	1.41	16.44	1.33	0.46	0.021
	G	Mujeres	82	84	18.73	2.34	18.48	1.37	-0.25	0.400
		Hombres	46	70	17.30	1.28	17.67	1.48	0.37	0.167
	H	Mujeres	217	41	22.21	2.54	19.60	1.15	-2.61	0.000
		Hombres	209	48	21.42	2.68	19.72	1.07	-1.7	0.000
38	C	Mujeres	35	11	13.80	1.34	14.99	1.33	1.19	0.013
		Hombres	30	6	13.50	0.86	14.96	0.69	1.46	0.000
	D	Mujeres	38	85	14.94	2.13	15.11	1.00	0.17	0.547
		Hombres	15	43	14.06	0.96	15.08	1.04	1.02	0.001
	E	Mujeres	76	137	15.00	1.86	16.00	1.43	1	0.000
		Hombres	46	114	14.76	1.23	15.22	1.03	0.46	0.016
	F	Mujeres	94	238	16.56	1.84	16.83	1.56	0.27	0.230
		Hombres	70	177	16.10	1.58	16.42	1.34	0.32	0.109
	G	Mujeres	86	86	18.94	2.25	18.41	1.44	-0.53	0.067
		Hombres	48	76	17.22	1.46	17.92	1.50	0.7	0.011
	H	Mujeres	213	35	22.17	2.73	19.66	0.98	-2.51	0.000
		Hombres	210	46	21.41	2.73	19.74	1.09	-1.67	0.000

Tabla LVI. Comparación de edades medias entre muestra de población chilena y española (Prieto y cols. 2005), para cada uno de los estadios de desarrollo de terceros molares mandibulares.

Molar	Fase	Sexo	Tamaño muestral		Edad media			Dif.	t-test	
			Estudio chileno	Qing y cols. 2014	Estudio chileno	S.D	Qing y cols. 2014		S.D.	p- valor
18	C	Mujeres	11	176	13.27	0.64	12.47	1.43	-0.8	0.067
		Hombres	20	164	13.8	1.67	12.78	1.26	-1.02	0.001
	D	Mujeres	43	190	14.16	1.60	13.65	1.73	-0.51	0.078
		Hombres	20	164	13.75	1.11	13.77	1.59	0.02	0.956
	E	Mujeres	61	146	14.91	1.75	15.11	2.15	0.2	0.521
		Hombres	39	132	14.74	1.37	15.17	1.73	0.43	0.156
	F	Mujeres	69	92	15.52	2.11	16.89	1.92	1.37	0.000
		Hombres	36	42	15.13	1.51	16.1	1.81	0.97	0.013
	G	Mujeres	65	76	17.70	2.18	18.13	1.44	0.43	0.163
		Hombres	38	46	16.92	1.45	18.04	2.08	1.12	0.006
	H	Mujeres	264	362	21.27	2.97	21.45	2.41	0.18	0.403
		Hombres	228	258	20.81	2.97	21.42	2.64	0.61	0.016
28	C	Mujeres	18	214	14.22	1.55	12.45	1.37	-1.77	0.000
		Hombres	21	182	13.76	1.26	12.68	1.25	-1.08	0.000
	D	Mujeres	37	194	14.35	1.98	13.69	1.65	-0.66	0.032
		Hombres	23	174	13.86	1.14	13.86	1.53	0	1
	E	Mujeres	59	144	14.61	1.66	15.44	2.31	0.83	0.013
		Hombres	40	120	14.52	1.33	15.30	1.78	0.78	0.012
	F	Mujeres	62	84	15.40	1.89	16.98	2.01	1.58	0.000
		Hombres	38	48	15.10	1.53	16.17	1.79	1.07	0.004
	G	Mujeres	61	70	17.45	2.04	18.31	1.55	0.86	0.007
		Hombres	30	42	16.96	1.54	18.14	2.06	1.18	0.009
	H	Mujeres	272	362	21.45	2.92	21.40	2.45	-0.05	0.815
		Hombres	238	256	20.69	2.99	21.45	2.64	0.76	0.002
48	C	Mujeres	36	272	13.77	1.26	13.04	1.62	-0.73	0.009
		Hombres	28	224	13.50	0.96	13.35	1.36	-0.15	0.572
	D	Mujeres	49	128	14.65	2.03	14.84	1.65	0.19	0.521
		Hombres	20	92	13.90	0.85	14.41	1.70	0.51	0.195
	E	Mujeres	68	126	14.94	1.76	16.54	2.35	1.6	0.000
		Hombres	51	106	14.76	1.36	15.74	1.83	0.98	0.000
	F	Mujeres	98	72	16.73	2.01	17.33	1.72	0.6	0.042
		Hombres	62	46	15.98	1.41	17.39	1.75	1.41	0.000
	G	Mujeres	82	90	18.73	2.34	19.31	1.83	0.58	0.070
		Hombres	46	42	17.30	1.28	18.43	1.53	1.13	0.000
	H	Mujeres	217	294	22.21	2.54	21.92	2.25	-0.29	0.173
		Hombres	209	228	21.42	2.68	21.87	2.41	0.45	0.065

38	C	Mujeres	35	260	13.80	1.34	13.03	1.56	-0.77	0.005
		Hombres	30	224	13.50	0.86	13.14	1.36	-0.36	0.159
	D	Mujeres	38	116	14.94	2.13	14.81	1.89	-0.13	0.722
		Hombres	15	114	14.06	0.96	14.30	1.75	0.24	0.604
	E	Mujeres	76	150	15.00	1.86	16.32	2.31	1.32	0.000
		Hombres	46	114	14.76	1.23	15.82	1.84	1.06	0.000
	F	Mujeres	94	58	16.56	1.84	17.17	1.54	0.61	0.036
		Hombres	70	36	16.10	1.58	16.83	1.69	0.73	0.030
	G	Mujeres	86	92	18.94	2.25	19.20	1.85	0.26	0.399
		Hombres	48	50	17.22	1.46	18.64	1.58	1.42	0.000
	H	Mujeres	213	300	22.17	2.73	21.89	2.24	-0.28	0.203
		Hombres	210	224	21.41	2.73	21.92	2.4	0.51	0.039

Tabla LVII. Comparación de edades medias entre muestra de población chilena

y china (Qing y cols. 2014), para cada uno de los estadios de desarrollo de terceros molares tanto superiores como inferiores.

7. DISCUSIÓN

7.1 Comentarios generales

El desarrollo dental provee una serie continua de descriptores morfológicos a través de toda la niñez y adolescencia, incluso hasta inicios de la tercera década de vida, con la finalización del desarrollo del tercer molar. Estos descriptores son obtenidos a partir de la observación de los cambios morfológicos experimentados por las piezas dentales en el tiempo, que permiten construir una secuencia de variantes morfológicas, las que son definidas como estadios del desarrollo.

Los diferentes estadios del desarrollo dental han sido utilizados en distintas áreas del conocimiento, para la evaluación tanto de la edad biológica como de la edad cronológica, con diferentes propósitos. Por ejemplo desde el punto de vista clínico, ortodoncistas y odontopediatras muchas veces requieren determinar la edad más apropiada para instaurar un tratamiento determinado, a diferencia de un antropólogo, quién probablemente estará más interesado en comparar patrones de crecimiento entre distintos grupos poblacionales.

Otra área en donde el estudio de la edad es de gran interés, corresponde al campo de las ciencias forenses. Muchas veces la estimación de edad es requerida en casos de indocumentados o de individuos sin documentación válida respecto de su edad, que se encuentran vinculados a hechos criminales,

de migración, abuso sexual, pornografía infantil, tráfico de personas, entre otras situaciones, con el fin de aplicar el procedimiento legal más apropiado, según se trate de un menor o de un adulto (94, 97).

Por otro lado, la estimación de la edad al momento de la muerte, contribuye con información fundamental para la reconstrucción del perfil biológico, especialmente en restos esqueletizados, constituyendo uno de los primeros aspectos del perfil biológico a ser evaluado en el proceso de identificación (14).

En la estimación de la edad, el desarrollo dental ha sido enunciado como el menos impactado por influencias atribuibles a factores ambientales respecto del desarrollo esquelético, considerándose por lo tanto estar mucho más estrechamente correlacionado con la edad cronológica que cualquier indicador óseo (4, 21). Sin embargo, del conjunto de piezas dentales permanentes, autores han señalado que el tercer molar a diferencia del resto de la dentición, presentaría una importante variabilidad no sólo en tamaño y morfología, sino que también en su formación (11), no obstante, es importante considerar que después de la finalización del desarrollo del resto de la dentición, aproximadamente alrededor de los 14-15 años (78, 104), el tercer molar es el único diente que continua en desarrollo, finalizando su formación frecuentemente más allá de la segunda década de vida, convirtiéndose de esta

forma en uno de los principales criterios para la estimación de edad en adolescentes y adultos jóvenes, especialmente en sujetos vivos (121).

Por otro lado, también es importante considerar en relación a la estimación de edad, que los procesos de crecimiento y desarrollo se encuentran bajo un fuerte control genético, así como también bajo la influencia de múltiples factores ambientales, tales como nivel socio económico y nutrición, siendo documentadas diferencias en la tasa, duración y tiempo en que se dan estos procesos entre distintas poblaciones (14), constituyendo esta, la razón por la cual autores han señalado que un aspecto de gran relevancia en lo que se refiere al diagnóstico de edad, es precisamente la posibilidad de contar con estudios de referencia apropiados al caso a analizar (11).

De esta manera y dado que no se dispone de estudios chilenos publicados en relación al desarrollo del tercer molar, que permitan su aplicación en casos forenses, ajustados a la realidad local, el presente trabajo realizado en base al análisis de 1236 radiografías panorámicas de individuos provenientes de la sexta región y región metropolitana, ha pretendido poder contar con un estudio poblacional de referencia, que permita mayor exactitud y precisión en la estimación de edad a través de dicha pieza dentaria.

El presente estudio se llevó a cabo en una muestra constituida por hombres y mujeres, en un rango de edad entre 13 y 26 años, el cual es similar al utilizado

en otros estudios (12, 65). Al respecto y de acuerdo al trabajo de Anderson D.L. y Cols. 1976 (104), la edad promedio en la cual finaliza el desarrollo del segundo molar permanente maxilar en hombres, corresponde a los 14.6 años y a los 13.6 años en mujeres, por lo que el rango inferior de edad en el presente estudio fue establecido en 13 años, considerando que el propósito fue estudiar el desarrollo del tercer molar, en aquel periodo en el que no existe otra pieza dental más que dicho molar para la estimación de edad.

Adicionalmente, dado que autores han señalado que existe una importante variabilidad en el cierre apical del tercer molar (11) y considerando por un lado los resultados en el estudio de Kasper K.A. y Cols. 2009 (64), en donde aún a los 22 años de edad (que corresponde al rango superior de la muestra estudiada por dicho autor), se encontraron individuos norteamericanos con desarrollo radicular apical incompleto y por otro lado considerando además, los resultados de estudios en muestras con rango de edad superior máxima mayor a 22 años (que han reportado las edades en que son alcanzadas las diferentes fases del desarrollo del tercer molar), en los cuales se ha informado una gran dispersión de las edades en que son alcanzadas las últimas fases de maduración radicular, tal como lo ha señalado Meini A. y cols. 2007 (122), que para la pieza 38 en mujeres, encontró individuos de un poco más de 24 años

aún en el estadio G, es que se consideró en el presente trabajo, ampliar el límite superior de edad en la muestra a 26 años.

Por otro lado y considerando que actualmente el estudio radiográfico juega un rol preponderante en la estimación de edad, principalmente porque constituye un método no invasivo, simple, rápido de realizar y de bajo costo (67), el presente trabajo fue realizado utilizando la técnica radiográfica panorámica, debido a su amplia disponibilidad, puesto que permite una visión amplia de ambos maxilares en una sola imagen, a bajas dosis de radiación. Sin embargo y desafortunadamente, su menor resolución espacial respecto de las técnicas radiográficas intraorales y la sobreproyección de estructuras anatómicas, entre otras causas, limitan en gran medida su rendimiento diagnóstico. De esta forma, muchas veces se dificulta especialmente la evaluación del desarrollo coronaradicular de los terceros molares superiores, dada la frecuente sobreproyección de elementos tales como el paladar duro, cortical sinusal, tejido blando y vía aérea en dicha región. Lo anterior explica en gran medida, el más alto porcentaje de datos perdidos que se dieron en el presente trabajo, en arcada superior respecto de la inferior (ver tablas X y XI).

En relación a las observaciones que fue posible obtener a partir del estudio radiográfico de los estadios de maduración, se dio una muy baja representación de las fases iniciales del desarrollo del tercer molar (de los estadios A y B),

identificándose sólo dos observaciones de calcificación coronaria cuspidea inicial, ambas registradas en mujer de 14 años y diez observaciones en el estadio B, estas últimas distribuidas simétricamente entre hombres y mujeres de 13 y 15 años de edad (ver tablas XVI a XXI). Al respecto, autores han informado como inicio de la mineralización y fusión cuspidea alrededor de los 7-8 años de edad (61), por lo que considerando el límite inferior establecido para la muestra chilena, a dicha edad en general, los individuos presentarían ya un más avanzado desarrollo del tercer molar, lo cual se corresponde con lo observado en la muestra analizada.

Por otro lado, se obtuvo una significativa mayor representación del último estadio del desarrollo del tercer molar, esto es del estadio H de Demirjan, en donde se alcanza la formación radicular completa, con ápices radiculares cerrados. Esto es debido a que, tal como ha sido reportado por distintos autores, la finalización del desarrollo radicular del tercer molar puede darse temprano en la adolescencia. Prieto J.L. y cols. 2005 (123), estudiaron el desarrollo del tercer molar en población española, reportando como edad mínima de presentación del estadio H, la pieza 48 en mujeres, a la edad de 16.33 años; de igual manera, Kasper K.A. y cols. 2009 (64), reportaron como la edad más temprana en que se observó el estadio H, a los 14 años en molares maxilares y mandibulares de mujeres. Lo anterior está de acuerdo a lo

observado en la muestra chilena, puesto que la edad mínima en la que se observó la fase H, fue a los 15 años en ambos maxilares, tanto en mujeres como hombres. Ahora, al considerar el límite superior de la muestra analizada, la cual como ya ha sido señalado anteriormente, se encuentra en los 26 años, significó que desde el subgrupo de 15 años hasta el subgrupo de 26 años de edad, se acumulara una significativamente mayor número de observaciones para la fase H, con una sustantiva mayor frecuencia de observaciones hacia los grupos de adultos jóvenes.

7.2 Edad cronológica que le corresponde a cada estadio del desarrollo del tercer molar, a partir de la muestra analizada

En el estudio de la edad dental, estadísticos como la media aritmética constituyen una medida útil del promedio de tiempo en que se presenta un indicador de madurez, la cual ha sido utilizada por numerosos autores en el campo de las ciencias forenses, en relación a los estadios del desarrollo dental (12, 65, 78, 107, 123).

En la muestra analizada de individuos chilenos, fueron obtenidas las edades medias y desviaciones estándar para cada fase del desarrollo, desde el estadio C al H, tanto para hombres como para mujeres por separado, distinguiendo además entre maxilar superior e inferior. La formación coronaria completa fue alcanzada en hombres, finalizando los 13 años de edad, mientras que las

mujeres presentaron desarrollo coronario completo hasta 9.5 meses después. Por otro lado, la formación radicular completa, con cierre apical radicular fue alcanzada en promedio, entre los 20.75 y 22.19 años de edad, dependiendo del sexo y de la arcada dentaria.

En general, las menores diferencias entre edades medias para los distintos estadios del desarrollo, se dio en las fases más tempranas, con mayores diferencias hacia las fases más avanzadas. La mínima variación entre las fases del desarrollo, se observó entre los estadios C y D de molares superiores de hombres, con una diferencia de apenas 0.034 años (aproximadamente 12 días), siendo la máxima variación observada entre los estadios G y H, también de hombres, pero de terceros molares mandibulares, con una diferencia de 4.15 años. Las escasas diferencias evidenciadas entre los estadios más tempranos del desarrollo del tercer molar, determina la superposición del estadio C con las fases D y E, así como también de las fases E-F, (tal como lo muestran los gráficos 3, 4, 5, 6), lo que da como resultado la imposibilidad de definir rangos de edades diferentes al menos entre dos estadios del desarrollo, que sean continuos, en las etapas más tempranas de la maduración del tercer molar.

Este patrón de diferenciación entre las fases de maduración del tercer molar, también es observado en estudios realizados en otras poblaciones, con sobreposición de los estadios iniciales y una mayor diferenciación de las fases

G y H, en aproximadamente 2 a 2.5 años (64, 65, 123). Al comparar la diferencia de alrededor de dos años entre las fases G-H observada en la muestra chilena respecto de otras poblaciones, es posible señalar que esta diferencia estaría dada por un lado, porque los individuos chilenos analizados habrían alcanzado en general, más tempranamente el estadio G y por otro lado, porque la muestra chilena presenta como límite superior de edad, los 26 años, siendo por tanto la media para el estadio H superior que la media de los trabajos de Kasper K.A. y cols. 2009, Mincer H.H. y cols. 1993 y de Prieto J.L. y cols. 2005, quienes trabajaron en una muestra con una edad superior máxima de 22, 24.9 y 21 años respectivamente.

Adicionalmente, es importante recordar que las edades medias y desviaciones estándar que es posible obtener a partir del estudio de una población determinada, proporcionan un rango de edad acotado, sin embargo además, es importante establecer un rango de edad amplio que asegure no excluir a individuos potencialmente asociados a un caso en particular. Para establecer este rango amplio de edad estimada, es importante contar con las edades mínimas y máximas en que se observa desarrollo radicular completo del tercer molar (tablas XXII, XXIII, XXIV, XXV).

En el presente estudio, la edad mínima registrada en la cual se observó desarrollo radicular completo de terceros molares superiores e inferiores, tanto

en hombres como en mujeres fue a los 15 años; de la misma forma, las edades máximas en que se identificó desarrollo radicular completo (fase H) también para hombres y mujeres en ambos maxilares, fue a los 26 años. Sin embargo, es importante hacer notar que en el caso de las mujeres, la máxima edad en que se observó ápices incompletamente cerrados (fase G), fue a los 25 años para terceros molares mandibulares y 22 años para los terceros molares maxilares, lo que indica que cuando estimamos la edad a partir de las piezas 17-32 que se encuentran con su formación corono-radicular completa, la edad mínima de un individuo femenino estaría entre los 15 y 26 años de edad; mientras que a partir de las piezas 1-16, la edad mínima para el mismo individuo estaría entre los 15 y 22 años. En el caso de los hombres, el rango de edad se estrecha un poco más, dado que a partir de los 21 años, todos los terceros molares se encontraban con desarrollo radicular completo, pudiendo señalar que el rango de edad mínima en que se encuentra el estadio H, es entre los 15 y 20 años de edad.

Tal como se plantea en el párrafo anterior, el haber ampliado el límite superior de edad en la muestra chilena respecto de otros estudios, ha permitido precisar la edad aproximada hasta la cual podríamos esperar encontrar individuos con ápices incompletamente cerrados (fase G del desarrollo), que en el caso de los terceros molares mandibulares de mujeres, fue a los 25 años. Kasper K.A. y

cols. 2009, por ejemplo, registran desarrollo apical incompleto para hombres y mujeres hasta los 22 años de edad para todos los terceros molares, excepto el diente 1 en hombres, que alcanzó el estadio G a los 20.83 años. Lo anterior es relevante, al recordar que el límite superior de edad en la muestra analizada por dicho autor fue de 22 años, por lo que quizás tanto la edad máxima en que pudiese encontrarse el estadio G en dicha muestra, como también las edades medias y desviaciones estándar calculadas no sólo para el estadio G, sino que también para la fase H, eventualmente sufrirían variaciones al aumentar el límite superior de edad en la muestra. Lamentablemente, otros autores que han estudiado población hispana, como es el caso de Solari A.C y col. 2002, no reportaron las edades máximas en que se encontraron los distintos estadios del desarrollo de los terceros molares, como tampoco lo hace Mincer H.H. y cols. 1993.

7.3 Diferencias en el desarrollo del tercer molar intra e inter arcos

Al realizar la estimación de edad a través del desarrollo del tercer molar, considerando por un lado su alta frecuencia de agenesia, la cual constituye la más alta en toda la dentición, así como también las muchas ocasiones en las cuales nos enfrentamos a evidencia incompleta, con ausencia de segmentos dento alveolares que incluyen dicho molar, determina que el contar con la totalidad de los terceros molares para la estimación de edad sea la excepción

más que la norma. Por lo tanto, es muy importante también poder disponer de información respecto de las diferencias que pudiesen existir en la velocidad de formación corono radicular del tercer molar intra-arco y entre los arcos dentarios, cuando no es posible contar con ambos terceros molares tanto de arcada superior como inferior, para la realizar una estimación de edad.

Respecto a las diferencias en el ritmo de desarrollo de los terceros molares intra arco, Kasper K.A. y cols. 2009, informaron una concordancia de 78% para el maxilar superior en mujeres y de 82% para hombres en relación al mismo maxilar; para el caso del maxilar inferior de mujeres, la concordancia fue de 76%, mientras que en hombres fue de 78%. Valores similares obtuvieron Mincer H.H. y cols. 1993, quienes reportaron también una mayor concordancia en maxilar superior respecto de la mandíbula, con un 82% de simetría en el desarrollo de las piezas 1-16 y de un 74% para las piezas 17-32.

En la muestra chilena analizada, al igual que en el estudio de Kasper K.A. y cols. 2009, el grado de concordancia intra arco también fue mayor para hombres respecto de mujeres, sin embargo, fue similar para ambos sexos entre el maxilar superior e inferior. De esta manera, el grado de simetría en el desarrollo del tercer molar para hombres en el maxilar superior fue de 86.09%, mientras que en el maxilar inferior fue de 86.89%; en el caso de las mujeres, la concordancia intra arco para el maxilar superior fue de 78.42% y de 78.18%

para la mandíbula. Sin embargo, otros autores han encontrado una más alta correlación intra arco, tal como Blankenship J.A. y cols. 2007, quienes estudiaron una muestra de 1200 individuos americanos (blancos y afroamericanos), reportando sólo un 9% de asimetría en maxilar superior y un 13.2% en mandíbula, señalando además que en casi todos los casos, la diferencia fue de un estadio y que sólo en 1.2% de la muestra hubieron dos estadios de discrepancia.

En la muestra chilena, al igual que en aquella estudiada por Blankenship J.A. y cols. 2007, la gran mayoría de las asimetrías fueron de una sola fase, con sólo un 1.62% de la muestra (13 casos) correspondiendo a diferencias de más de una fase para el maxilar superior y de 1.45% para mandíbula (13 casos). De los 26 casos de asimetría de más de una fase, 23 de estos correspondieron a diferencias de dos fases y 3 casos a diferencias de tres fases, uno en maxila de mujeres con la pieza 1 en fase "F" y la pieza 16 en fase "C"; los otros dos se dieron en mandíbula también de mujeres, presentándose las piezas 17 y 32 en los estadios "G-D" respectivamente para uno de los casos, mientras que en el otro caso, se encontraban en las fases "C-F" respectivamente.

En cuanto a las diferencias en el ritmo de desarrollo de los terceros molares entre arcos dentarios, tanto Mincer H y cols. 1993, Solari AC y col. 2002, Kasper KA y cols. 2009, así como también Blankenship JA y cols. 2007,

quienes estudiaron población norteamericana de diferente ancestría, encontraron un más avanzado desarrollo de terceros molares superiores respecto de los mandibulares.

De la misma forma, estudios realizados en población europea (124, 125, 126) y asiática (110), han reportado un más temprano desarrollo del tercer molar en maxila respecto de mandíbula. Al respecto Arany S. y cols. 2004 (110), estudiaron el desarrollo del tercer molar en individuos japoneses de entre 14 y 24 años de edad, observando que los terceros molares superiores alcanzaron más temprano las diferentes etapas de su desarrollo respecto de los mandibulares.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de la muestra en población chilena, están de acuerdo con lo reportado en la literatura, habiéndose encontrado un más rápido desarrollo de los terceros molares maxilares respecto de los mandibulares, con diferencias estadísticamente significativas. Para ambos sexos se encontró, que las piezas 1 y 16, presentaban un desarrollo adelantado respecto de las piezas 17-32, en cada uno de los estadios de formación corono radicular, excepto para el estadio "C", en el cual las edades medias son ligeramente menores para las piezas 17-32 respecto de las piezas 1-16, en ambos sexos. En ese sentido, Gorgani N. y cols. 1990 (111), a diferencia de la gran mayoría de los estudios, también encontró algunas

diferencias al estudiar un grupo de niños blancos americanos y afroamericanos, en donde los primeros estadios de mineralización coronaria ocurrieron primero en dientes mandibulares, con el desarrollo de los terceros molares maxilares más avanzado en las etapas más posteriores del desarrollo coronario. Sin embargo, en el presente estudio, las diferencias encontradas para la fase "C", tienen que ser consideradas con precaución, puesto que no habría una representación muestral adecuada del rango etario que le corresponde a dicho estadio del desarrollo.

7.4 Diferencias en el desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres

A diferencia de la mayoría de los eventos de maduración biológica, los cuales son más rápidos en mujeres, haciéndose evidentes al inicio de la pubertad, con un desarrollo más temprano de las características sexuales secundarias respecto de hombres, el caso del tercer molar es único, ya que a diferencia del resto de la dentición, numerosos estudios han mostrado que su formación es más temprana en hombres que en mujeres (11, 65, 78, 104, 107, 126).

Logan W.H.G. y Kronfeld R. 1933 (127), fueron los primeros en advertir sobre la variación no sólo en los tiempos de formación de las piezas dentarias, sino que también sobre las variaciones en los tiempos en que se dan las distintas fases en un mismo diente. Moorrees y cols. 1963, aunque no hacen mención a la presencia de un dimorfismo sexual inverso para el tercer molar, los datos

obtenidos de su estudio muestran que los hombres presentaron un desarrollo adelantado respecto de mujeres en casi todos sus estadios. De igual forma, en estudios recientes también en general, ha sido reportado el mismo patrón de dimorfismo sexual en el desarrollo del tercer molar. Thevissen P.W. y cols. 2010 (128), analizaron a través de radiografías panorámicas individuos de nueve diferentes países (Bélgica, China, Japón, Corea, Polonia, Tailandia, Turquía, Arabia Saudita e India), obteniendo un más alto grado de desarrollo del tercer molar en hombres respecto de mujeres, en las diferentes edades evaluadas. No obstante, fue observado que la magnitud de las diferencias en el grado de desarrollo del tercer molar en relación al género, depende de la edad de los sujetos.

Los resultados en el presente estudio se encuentran en acuerdo con aquellos obtenidos por Moorrees y cols. 1963, Thevissen P.W. y cols. 2010, así como también con resultados de estudios realizados en población hispana (Solari A.C. y col. 2002), en donde los hombres mostraron en todos los estadios del desarrollo en maxilar superior e inferior, una tendencia a alcanzar cada una de las fases de maduración más temprano que las mujeres, sin embargo con diferencias estadísticamente significativas sólo en maxilar inferior. De esta manera, la máxima diferencia a nivel de arcada superior entre hombres y mujeres fue de 0.64 años, registrada en la fase G del desarrollo; por otro lado,

la máxima diferencia observada en mandíbula, también se dio en relación al estadio G, pero con un valor de 1.57 años.

Otros autores tal como Levesque G.Y. y Cols. 1981 (61), al estudiar las diferencias de género en el desarrollo de terceros molares mandibulares en población franco canadiense, observaron que las mujeres alcanzaban antes la formación coronaria respecto de los hombres, pero que sin embargo, estas diferencias desaparecían en el primer estadio de desarrollo radicular, siendo más rápido el curso del desarrollo radicular en hombres respecto de las mujeres.

La respuesta a este patrón diferencial de mineralización coronaria y radicular de los terceros molares, podría estar dada por la mediación de esteroides, ya que los niveles androgénicos aumentan temprano en la etapa fetal, promoviendo la diferenciación de las características sexuales primarias (11) , por lo tanto quizás debido al hecho de que gran parte de su formación radicular ocurre después del inicio de la pubertad, dicha situación permitiría que se diera un dimorfismo sexual inverso, con hombres alcanzando los diferentes estadios de mineralización más temprano que las mujeres.

Sin embargo y a diferencia de los resultados del estudio de Levesque G.Y. y Cols. 1981, en el presente estudio, a pesar de que las mayores diferencias

entre hombres y mujeres se dieron en general en los estadios más avanzados del desarrollo radicular (fases G y H), la etapa final de formación coronaria (fase D) registró la tercera mayor diferencia en hombres respecto de mujeres, con un valor incluso superior al obtenido en el estadio F, del desarrollo radicular. Lo anterior sugiere que además de las influencias ejercidas por esteroides en el tipo y magnitud de dimorfismo sexual en la formación de los terceros molares, es probable que existan otros determinantes, que afectan de forma diferente los diversos tipos poblacionales, tal como el nivel socioeconómico y el estado de salud general de los individuos, variables que en el presente trabajo no fueron consideradas y que sería importante de estudiar en un futuro trabajo.

En ese respecto, otros estudios han reportado diferentes patrones en la velocidad de desarrollo del tercer molar entre hombres y mujeres. Liversidge H. 2008 (129), observó que mujeres sudafricanas se encontraban en promedio adelantadas en relación a hombres. De la misma forma, Blankenship J.A. y cols. 2007, encontraron en la mayoría de los estadios, la convencional precocidad en mujeres respecto de hombres afroamericanos, mostrando probablemente la importancia de la ancestría que refleja las diferencias genotípicas. En ese sentido, algunos autores han señalado que la tasa de crecimiento en hombres es modulada por uno o más genes en el cromosoma Y,

ya que las tasas de maduración esquelética fueron equivalentes entre niños con cromosomas sexuales XO y XX y entre aquellos con cariotipos XY y XXY (130).

7.5 Diferencias en el desarrollo del tercer molar de la muestra chilena respecto de otras poblaciones

Numerosos autores han estudiado el desarrollo dental en niños y jóvenes, usando el método de Demirjian (61, 131, 132), reportando variaciones en los tiempos de mineralización coronaria y radicular del tercer molar entre distintos grupos poblacionales, tal como ocurre con el resto de la dentición, así como también con el componente esquelético (11, 12, 55, 107, 111, 65, 128, 133,134).

De esta manera, Thevissen P.W. y cols. 2010, al analizar el desarrollo del tercer molar en individuos de diferentes países, revelaron no sólo diferencias en el inicio del desarrollo del tercer molar, sino que también en la velocidad en que se da su maduración, la que estaría en función de la edad, disminuyendo estas diferencias hacia los 18 años de edad.

En ese sentido, una de las diferencias mejor conocida es entre diversas poblaciones de origen africano (afroamericanos y afroeuropeos), respecto de población caucásica (11, 115), donde numerosos autores coinciden que individuos de origen africano inician antes la mineralización del tercer molar respecto de individuos caucásicos, finalizando más tempranamente la formación radicular. Gorgani et al. 1990 (111), examinó 229 individuos

afroamericanos y 221 caucásicos norteamericanos de entre 6 y 14 años de edad, observando que los individuos de origen afroamericano alcanzaron 1 año antes la formación completa de la corona de los terceros molares. Harris EF y cols. 1990 (135), estudiaron 655 sujetos caucásicos y 335 afroamericanos de entre 3.5 a 13 años de edad, observando que los individuos afroamericanos alcanzaron alrededor de un año antes las distintas etapas de mineralización del tercer molar respecto de individuos blancos.

Por otro lado, Olze y cols. 2004 (115), realizó un estudio comparativo de la mineralización del tercer molar en población germana, japonesa y sudafricana, siendo evaluadas 3652 radiografías panorámicas. Los individuos japoneses alcanzaron los estadios D-F de Demirjian, 1 a 2 años más tarde que su contrapartida alemana, mientras que los individuos sudafricanos fueron 1 a 2 años más jóvenes que los alemanes, cuando alcanzaron los estadios D-G.

Desafortunadamente, una de las poblaciones menos conocidas en cuanto a los tiempos de formación del tercer molar, es la población latina. Kasper y cols. 2009, estudiaron el desarrollo del tercer molar en individuos hispanos de entre 12 y 22 años de edad, encontrando que en este grupo poblacional, el desarrollo del tercer molar fue entre 8 a 18 meses más rápido que en americanos caucásicos, tal como fue reportado por Mincer y cols. en 1993, siendo más evidente el más temprano desarrollo en los estadios más posteriores, de la fase

F a la H. De la misma forma, los individuos hispanos de la ciudad de Texas analizados en el estudio de Solari A.C. y cols. 2002, exhibieron un más temprano desarrollo del tercer molar respecto de la población norteamericana estudiada por Mincer H.H. y cols. 1993.

Loevy HT. 1983 (136), informó un desarrollo dental más avanzado de niños afroamericanos y latinos respecto a la edad cronológica reportada por Demirjan A. y cols. 1973. Toledo de Oliveira F. y cols. 2012 (113), quienes estudiaron el desarrollo de terceros molares mandibulares de individuos brasileños de entre 6 y 25 años de edad a partir de 407 radiografías, también informaron un desarrollo más temprano de dichos molares respecto de población turca y australiana en 1.68 y 2.53 años en promedio, respectivamente. En ese mismo sentido, González L. y cols. 2014 (137), han informado de un desarrollo más temprano del tercer molar en una muestra estudiada de Santiago de Cuba, en donde los individuos alcanzaron en promedio, el desarrollo coronario completo a los 11 años de edad.

Al comparar la muestra chilena analizada, con población caucásica norteamericana (del estudio de Mincer y cols., en 1993), se aprecian en general diferencias significativas de hasta 2.58 años, con un más temprano desarrollo de los terceros molares tanto superiores como inferiores en hombres y mujeres chilenas desde la fase D hasta la G, sin embargo estas diferencias se invierten

en el estadio H, en donde la muestra caucásica norteamericana alcanza más temprano el cierre apical radicular. Esto último, podría estar determinado en cierta medida, por las diferencias en el límite superior de edad entre ambas muestras, ya que la chilena es superior a la norteamericana en 1.1 años.

Las diferencias antes señaladas, se hacen menores al comparar la muestra chilena con hispanos norteamericanos (estudio de Solari A.C. y col. 2002), manteniendo sin embargo los individuos chilenos, un desarrollo adelantado desde la fase D hasta el estadio G en maxilar superior de mujeres, con una diferencia máxima de 1.53 años; de la misma forma que se da con la muestra de caucásicos norteamericanos, al comparar la muestra chilena con hispanos, se aprecia una inversión de las diferencias en relación a la fase H, las que se extienden hasta la fase G para hombres en ambos maxilares y para mujeres en el maxilar inferior. Tal como ya ha sido señalado previamente, Olze A. y cols. 2004 (115) encontraron al comparar muestras de individuos caucásicos, mongoloides y africanos, que estos últimos presentaban un desarrollo más temprano del tercer molar respecto de otros grupos poblacionales, sin embargo en general, los hombres y mujeres chilenos presentaron edades promedio menores que las reportadas por Blankenship J.A. y cols. 2007, para afroamericanos (107), aunque con diferencias más estrechas respecto de población hispana y caucásica norteamericana, no obstante que se dieron para

el caso de las mujeres algunas diferencias inversas, en donde afroamericanos alcanzan antes las fases D-F-G en mandíbula y la fase G de maxila, respecto de las mujeres chilenas.

De la misma forma, al comparar las edades promedio en que los individuos de la muestra chilena alcanzaron cada una de las fases del desarrollo, con las edades promedio en población española (123) y china (138), se observó también en general menores edades en relación a la muestra chilena, no obstante de haber encontrado una inversión de estas diferencias en algunas fases, que para el caso de la muestra española se localizaron en las últimas fases (G y H) y para el caso de la muestra china, se dio más bien en las fases iniciales (C-D) para ambos sexos y en la fase H de mujeres, lo que puede estar dado por los menores límites de edad establecidos para las muestras asiática y española (esta última referida sólo a su límite superior).

De esta manera y a diferencia de los resultados obtenidos a partir de la comparación de la muestra chilena, con población caucásica norteamericana, hispana norteamericana, afroamericana, española y china, en general, los promedios de edad reportados por Toledo de Oliveira y cols. 2012, en población brasileña, mostraron ser menores para los diferentes estadios del desarrollo coronario radicular del tercer molar, respecto de los individuos chilenos, excepto para las fases G y H de mandíbula en hombres y F de mujeres en pieza 38, en

donde los individuos chilenos presentaron edades promedio ligeramente menores.

7.6 Grado de acuerdo entre la estimación de la edad realizada a través del desarrollo del tercer molar y la real de los individuos de la muestra.

La validación de los intervalos de edad obtenidos para cada fase del desarrollo del tercer molar, a partir del análisis de 1098 radiografías panorámicas, fue realizada en una submuestra de 138 ortopantomografías (tabla XLV), a través del cálculo del sesgo, inexactitud, proporción de error y exactitud de las estimaciones realizadas.

Al considerar el intervalo de tiempo en el que se distribuyen los diferentes estadios del desarrollo del tercer molar en la muestra, el que llega hasta los 11 años (para el estadio G en mujeres es de 10 años y de 11 años para la fase H en ambos sexos), es posible señalar que la precisión de esta técnica no es particularmente alta, especialmente en los últimos estadios de maduración del tercer molar, en donde se observó una mayor dispersión de las edades, lo cual también es posible de observar a través de la desviación estándar asociadas a las edades promedios que le corresponden a dichos estadios del desarrollo (ver tablas XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX). Sin embargo, la exactitud en las estimaciones realizadas en la submuestra de validación fue de un 95.7%, cuando dichas estimaciones estuvieron basadas en general, en más de un tercer molar y utilizando una

desviación estándar. Esto significa que en sólo 6 casos, las edades reales fueron diferentes de aquellas calculadas, siendo todas subestimadas, con un máximo de 1.28 años de diferencia (registrada en hombres), mostrando por lo tanto una baja frecuencia de error, así como también una baja inexactitud (tablas XLVI, XLVII). Por otro lado, al utilizar dos desviaciones estándar, en el 100% de los casos, las edades fueron correctamente estimadas.

Estos resultados contrastan con aquellos obtenidos utilizando sólo un tercer molar en el cálculo de la edad, en donde la exactitud descendió incluso hasta un 81% (estimaciones realizadas en base a la pieza 17, en hombres) (tabla XLVIII). Esta situación plantea la necesidad de realizar las estimaciones con dos desviaciones estándar, especialmente cuando solo se cuenta con un tercer molar, ya que de lo contrario, las posibilidades de excluir el individuo que se busca, a partir de un grupo de víctimas asociadas a un caso forense determinado, aumentarían. Por otro lado, además sería importante contar con otros métodos de estimación de edad complementarios al tercer molar en dichos casos, que permitan estrechar el rango de edad y así excluir personas que no corresponden al perfil biológico del individuo que se busca, puesto que con el cálculo de edad a partir del tercer molar utilizando dos desviaciones estándar, los intervalos de edad que es posible obtener son más amplios, llegando a casi 12 años para el estadio H de mujeres y hombres de arcada superior.

Este amplio intervalo de edad para el estadio H, se ve reflejado en la frecuencia de error en las estimaciones utilizando sólo un tercer molar, en donde es posible apreciar que para el estadio H, la proporción del error es notoriamente más baja respecto de otras fases del desarrollo, debido justamente a su baja precisión asociada a la mayor dispersión de las edades en dicho estadio.

8. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, fue estudiado el desarrollo del tercer molar en una muestra de 1236 radiografías de individuos chilenos de entre 13 y 26 años de edad, utilizando la clasificación propuesta por Demirjian A. y cols. 1963, con el propósito de determinar su exactitud en la estimación de la edad cronológica, cuando el resto de la dentición ha finalizado su desarrollo, lo que permitió arribar a las siguientes conclusiones.

1.- Fue calculada la edad promedio y desviación estándar para cada uno de los estadios del desarrollo del tercer molar y construidos intervalos de edad para dichas fases de maduración, desde el estadio "C", hasta el "H". La edad promedio en que fue alcanzada la formación coronaria completa (fase "D") se dio entre los 13.8 y los 14.7 años. Por otro lado, la edad promedio en que finalizó el desarrollo radicular del tercer molar en la muestra chilena, se dio entre los 20.7 y 22.1 años.

2.- Al disponer de los intervalos de edad para cada estadio del desarrollo del tercer molar en la muestra chilena, fue posible determinar la concordancia y por lo tanto la exactitud de las estimaciones en una submuestra de validación, utilizando los rangos de edad construidos. A partir de las estimaciones realizadas y utilizando una desviación estándar, se obtuvo una exactitud de casi el 96% en el cálculo de la edad cronológica en la submuestra de validación. Utilizando dos

desviaciones estándar y por lo tanto aumentando el intervalo de edad en las estimaciones, la exactitud llegó a un valor del 100%. Lo anterior determina que el tercer molar constituye un útil y confiable estimador de la edad cronológica. Sin embargo, la estimación de edad debería ser realizada siempre utilizando dos desviaciones estándar cuando se dispone de un solo molar, puesto que la exactitud puede disminuir considerablemente (en el presente estudio, disminuyó hasta casi un 15% para las estimaciones basadas en la pieza 17 de hombres) y además debería ser complementada con otros métodos antropológicos para acotar el rango de edad calculada.

3.- No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo del tercer molar intra-arco, tanto en el maxilar superior como en el inferior. Sin embargo, el grado de simetría en el desarrollo de los terceros molares en el maxilar superior fue de un 78% para mujeres y de un 86% en hombres. Por otro lado, en mandíbula el grado de simetría intra-arco fue de casi un 87% en hombres, mientras que se mantuvo en un 78% en el caso de las mujeres.

4.- Los terceros molares superiores alcanzaron más temprano las diferentes etapas de su desarrollo respecto de los mandibulares en ambos sexos, excepto en la fase C, en la cual las edades medias fueron ligeramente menores para las piezas 17-32 respecto de las piezas 1-16. Sin embargo, es importante considerar en ese sentido que puesto que el foco del presente estudio se centró en estudiar

la distribución etaria de los diferentes estadios del desarrollo de los terceros molares durante la adolescencia tardía e inicios de la adultez, existe un sesgo en la representación etaria del estadio "C" y probablemente también el relación al estadio "D" del desarrollo.

5.- En la muestra estudiada, los hombres mostraron en general, un desarrollo más avanzado del tercer molar respecto de las mujeres en sus diferentes fases de maduración, desde el estadio "C" al "H", tanto en el maxilar superior como en el inferior, sin embargo, sólo con diferencias estadísticamente significativas a nivel mandibular.

6.- A la luz de los resultados del presente estudio y considerando los datos publicados por otros autores, se puede observar en general, una tendencia a una maduración precoz del tercer molar en población chilena y en general en población latina (excepto para algunos estadios, especialmente para las fases H y G), respecto de población asiática, caucásica e incluso respecto de afroamericanos y afroeuropeos, lo cual reafirma lo señalado por numerosos autores en cuanto a la necesidad de contar con estudios de referencia adecuados al caso forense a analizar, ya que además fueron documentadas apreciables diferencias entre la muestra chilena y una muestra brasileña.

7.- Dado que en la presente investigación, no se conto con información respecto del nivel socioeconómico y condición general de salud de los individuos de la muestra, futuros estudios deberían realizarse teniendo en cuenta dichas variables.

8.- Se dieron escasas diferencias entre los estadios más tempranos del desarrollo del tercer molar, lo que resulta en la imposibilidad de definir rangos de edades diferentes, al menos entre dos estadios que sean continuos, por lo cual y pensando en que otros estudios han reportado hallazgos similares, es necesario plantear la posibilidad de modificar dichos estadios, fusionando algunos de éstos.

9. RESUMEN

Antecedentes: El conocimiento exacto de la edad en que se dan las diferentes etapas del desarrollo de las piezas dentarias en un grupo poblacional determinado, constituye un valioso recurso para la estimación del rango etario y la reconstrucción del perfil biológico de un individuo no identificado, en un contexto médico legal. Al término de la etapa de dentición mixta segunda fase, sólo el tercer molar continua en desarrollo para la estimación de la edad por medios dentales, representando éste uno de los indicadores biológicos más confiables disponible para dichos fines al término de la segunda y comienzos de la tercera década de vida. Sin embargo, de acuerdo a numerosos estudios, existe una importante variabilidad en el grado de desarrollo del tercer molar a igual edad en distintas poblaciones, por lo cual el propósito del presente estudio fue determinar su exactitud como indicador de la edad cronológica en una muestra de individuos chilenos.

Materiales y métodos: El presente corresponde a un estudio descriptivo retrospectivo, en donde fue evaluado el desarrollo corono radicular de los terceros molares en 1098 individuos chilenos, de entre 13 y 26 años de edad, de ambos sexos, a través de ortopantomografías digitales, por un solo observador. El desarrollo de los terceros molares fue clasificado de acuerdo a los estadios de desarrollo descritos por Demirjian y col., 1973. Los datos fueron analizados a

través del cálculo del promedio y desviación estándar de edad, para cada una de las fases del desarrollo del tercer molar, para posteriormente construir los intervalos de edad que le corresponde a cada uno de dichos estadios. La exactitud en las estimaciones de edad se realizó a partir del análisis de 138 radiografías panorámicas adicionales, mediante el cálculo del grado de acuerdo entre la edad estimada y el valor real, incorporando además el cálculo de la inexactitud, sesgo y proporción de error en las estimaciones. Adicionalmente, a través del test t de Student, se evaluó la existencia de diferencias en el desarrollo de los terceros molares entre hombres y mujeres, entre maxilar superior y mandíbula, lado derecho e izquierdo, así como también entre la muestra chilena y otras poblaciones. La existencia de diferencias intraobservador fueron evaluadas utilizando el test Kappa de Cohen.

Resultados: Las estimaciones basadas en los intervalos de edad construidos a partir de la muestra analizada, presentaron una alta exactitud, la que alcanzó al 95.7%, utilizando una desviación estándar. Los hombres mostraron un desarrollo más avanzado del tercer molar respecto de mujeres, con diferencias estadísticamente significativas en mandíbula. También fue posible establecer diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de terceros molares superiores respecto de los inferiores, mostrando las piezas 1-16 un desarrollo más avanzado. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el

desarrollo de los terceros molares intra-arco. Fue posible identificar en general, una tendencia a una maduración precoz del tercer molar en la muestra chilena (excepto para algunos estadios, especialmente para las fases H y G), respecto de población asiática, caucásica norteamericana e incluso respecto de afroamericanos y afroeuropeos.

Conclusiones: El tercer molar es un útil y confiable estimador de la edad cronológica en población chilena, entre fines de la segunda y principios de la tercera década de vida. Los resultados del presente estudio reafirman la necesidad de contar con estudios de referencia adecuados al caso forense a analizar, dadas las diferencias observadas en la velocidad del desarrollo del tercer molar entre la muestra chilena y otras poblaciones.

Palabras claves: desarrollo dental, tercer molar, estimación de edad.

10. BIBLIOGRAFÍA

1.- Bogin B. Patterns of Human Growth. Cambridge University Press, second edition. 2001.

2.-Kaushik B. Concept of Human Physical Growth and Development. <http://hdl.handle.net>.

3.- Cameron N, Bogin B. Human Growth and Development. Academic Press, second edition. 2012.

4.-Smith BH. Standards of Human Tooth Formation and Dental Age Assessment en: Kelley MA, Larsen CS. Advances in Dental Anthropology. Wiley-Liss, New York, 1991.

5.-Nawrocki SP. The Nature and Sources of Error in the Estimation of Age at Death from the Skeleton en: Latham KE, Finnegan M. Age Estimation Of The Human Skeleton. Charles Thomas Publisher, 2010.

6.-Chamberlain A. Demography in Archaeology. Cambridge University Press, 2006.

7.-Falkner F, Tanner JM. Human Growth: a Comprehensive Treatise. Methodology, ecological, genetic and nutritional effects on growth. Volume 3. New York: Plenum Press, 1986.

8.-Cameron N. Human Growth and Development. Academic Press, 2002.

- 9.-Latham KE, Finnegan M. Age Estimation of the Human Skeleton. Charles C Thomas Publisher Ltd, 2010.
- 10.- Martín de las Heras S. Estimación de la edad a través del estudio dentario. *Ciencia Forense* 2005; vol 7: 69-90.
- 11.-Harris EF. Mineralization of the mandibular third molar: A study of american blacks and whites. *Am J Phys Anthropol* 2007;132:98-109.
- 12.-Solari AC, Abramovitch K. The accuracy and precision of third molar development as an indicator of chronological age in hispanics. *J Forensic Sci* 2002;47(3):531-535.
- 13.- Schmeling A, Geserick G, Reisinger W, Olze A. Age Estimation. *Forensic Science International* 2007; 165: 178-181.
- 14.-DiGangi EA, Moore MK. *Research Methods in the Human Skeletal Biology*. Academic Press 1st edition, 2012.
- 15.-McKern TW, Stewart TD. *Skeletal Age Changes in Young American Males*. Quatermaster Research and Development Center, Environment Protection Research Division, Technical Report EP-45, 1957.
- 16.-Buikstra JE, Ubelaker DH. *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series No.44. Fayetteville, AK: Arkansas Archaeological Survey, 1994.

- 17.-Nolla CM. The Development of permanent teeth. *J Dent Child* 1960; 27: 254-266.
- 18.-Karasik D, Demissie S, Cupples L, Kiel D. Disentangling the Genetic Determinants of Human Aging: Biological Age as an Alternative to the Use of Survival Measures. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005; 60(5): 574–587.
- 19.-Garvin H, Passalacqua NV, Uhl NM, Gipson DR, Overbury RS, Cabo LL. Developments in Forensic Anthropology: Age at Death Estimation (Chapter 10) en: Dirkmaat D. *A Companion to Forensic Anthropology*. Wiley-Blackwell, 2012.
- 20.-Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaller F, Prieto J, Schuliar Y, Lynnerup N, Cattaneo C. The Problem of Aging Human Remains and Living Individuals: A Review. *Forensic Science International* 2009:193;1-13.
- 21.-Klepinger L. *Fundamentals of Forensic Anthropology* (Chapter 5). Wiley-Liss, 2006.
- 22.-Black S, Ferguson E. *Forensic Anthropology*. CRC Press, 2011.
- 23.-Bhat VJ, Kamath GP. Age estimation from root development of mandibular third molars in comparison with skeletal age of wrist joint. *Am J Forensic Med Pathol* 2007;28:238-241.
- 24.-Scheuer L, Black S. *Developmental Juvenile Osteology*. Elsevier Academic Press, 2000.

- 25.-Knight B. Forensic Pathology. CRC Press 2nd edition, 1996; citado en Scheuer L, Black S. Developmental Juvenile Osteology. Elsevier Academic Press, 2000.
- 26.-Scheuer JL, Musgrave JH, Evans SP. The estimation of late fetal and perinatal age from limb bone length by linear and logarithmic regression. *Ann Hum Biol* 1980;7(3):257-265.
- 27.-Gindhart PS. Growth standards for the tibia and radius in children aged one month through eighteen years. *American Journal of Physical Anthropology* 1973;39(1):41-48.
- 28.-Hoffman JM. Age estimations from diaphyseal lengths: Two months to twelve years. *Journal of Forensic Sciences* 1979;24(2):461-469.
- 29.-Merchant VL, Ubelaker DH. Skeletal growth of the protohistoric Arikara. *American Journal of Physical Anthropology* 1977;46(1):61-72.
- 30.-Miles AEW, Bulman JS. Growth curves of immature bones from a Scottish island population of sixteenth to mid-nineteenth century: Limb-bone diaphyses and some bones of the hand and foot. *International Journal of Osteoarchaeology* 1994;4(2):121-136.
- 31.-Steyn M, Henneberg M. Skeletal growth of children from the iron age site of K2 (South Africa). *American Journal of Physical Anthropology* 1996;100(3):389-396.

- 32.-Krogman WE, Iscan MY. The Human Skeleton in Forensic Medicine. Charles C.Thomas, Springfield, 1986.
- 33.-Araujo MTDS, Cury-Saramago ADA, Motta AFJD. Clinical and radiographic guidelines to predict pubertal growth spurt. Dental Press Journal of Orthodontics 2011;16(5), 98-103.
- 34.-Ulijaszek SJ, Johnston F, Preece M. The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Cambridge University Press, 2000.
- 35.-Rogol A, Roemmich JN, Clark PA. Growth at Puberty. Journal of Adolescent Health 2002;31:192–200.
- 36.- Rosso P. Aspectos biológicos del desarrollo. En: Meneghello J, Fanta E, Paris E, Puga T.Pediatría5ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1997.
- 37.- Cattani A. Curso Salud y Desarrollo del Adolescente. Modulo I: Lección 1. Crecimiento y Desarrollo Puberal Durante la Adolescencia. Departamento de Pediatría, Pontificia Universidad Católica de Chile en: <http://escuela.med.puc.cl>
- 38.- Muzzo S. Crecimiento Normal y Patológico del Niño y del Adolescente. Rev Chil Nutr 2003;30:92-100.
- 39.- Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. Int J Legal Med. 2000;113(5):253-8.

- 40.- Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Age estimation of unaccompanied minors: Part I. General considerations. *Forensic Science International* 2006;159:S61-S64.
- 41.-Linhares ED, Round JM, Jones DA. Growth, bone maturation, and biochemical changes in Brazilian children from two different socioeconomic groups. *Am J Clin Nutr* 1986;44(4):552-8.
- 42.-Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J. *Forensic Anthropology and Medicine, Complementary Sciences from Recovery to Cause of Death*. Human Press, 2006.
- 43.-Ahn Y, Sanderson BW, Klein OD, Krumlauf R. Inhibition of Wnt signaling by *Wise* (*Sostdc1*) and negative feedback from *Shh* controls tooth number and patterning. *Development*. 2010;137(19):3221-31.
- 44.- Aguirre A, García M, Hernández M, Mery C, Montenegro M, Sabag N, Wurgaft R. *Histología y Embriología del sistema estomatognático*. Ediciones Facultad de Odontología Universidad de Chile, 1997.
- 45.- Senn D, Weems RA. *Manual of Forensic Odontology*. CRC Press; Fifth edition, 2013.
- 46.-Ubelaker DH. *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. Taraxacum; third edition, 1999.

- 47.-Cox M, Mays S. Human Osteology: In Archaeology and Forensic Science. Greenwich Medical Media Ltd, 2000.
- 48.-Katzenberg MA, Saunders SR, Biological Anthropology of the Human Skeleton. Wiley-Liss, 1st edition, 2000.
- 49.- Melsen B, Wenzel A, Miletic T, Andreasen J, Vagn-Hansen P, Terp S. Dental and skeletal Maturity in Adoptive Children; Assessments at Arrival and After One Year in the Admitting Country. *Annals of Human Biology* 1986;13:153-159.
- 50.-Gran SM, Lewis AB, Blizzard RM. Endocrine factors in dental development. *J Dent Res* 1965;44:243-248.
- 51.-Lewis AB, Gran SM. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod* 1960;30:70-77.
- 52.-Garn SM, Lewis AB, Kerewsky S. Genetic, nutritional and maturational correlates of dental development. *J Dent Res* 1965;44:228-242.
- 53.-Kulhmen L. Accuracy of two dental and one skeletal age estimation method in swedish adolescents. *Forensic Sci Int* 1995;3:225-36.
- 54.-Pelsmaekers B, Loos R, Carels C, Derom C, Vlietinck R. The genetic contribution to dental maturation. *J Dent Res* 1997;76:1337-40.
- 55.-Merwin DR, Harris EF. Sibling similarities in the tempo of tooth mineralization. *Arch Oral Biol* 1998;43:205-210.

- 56.-Cardoso H. Differential sensitivity in growth and development of dental and skeletal tissue to environmental quality. *Arquivos de Medicina* 2007;21(1):19-23.
- 57.-Anderson DI, Thompson GW, Popovich F. Interrelationships of dental maturity, skeletal maturity, height and weight from age 4 to 14 years. *Growth* 1975;39(4):453-462.
- 58.-Ubelaker DH. Estimating age at death from immature human skeletons: an overview. *J Forensic Sci* 1987;32:1254-63.
- 59.-Ten Cate AR. *Oral Histology: Development, structure, and function*. 5th ed. St. Louis; Mosby, 1998.
- 60.-Garn SM, Lewis AB, Vicinus JH. Third molar agenesis and reduction in the number of other teeth. *J Dent Res*. 1962;41:717.
- 61.- Levesque GY, Demirjian A, Tanquay R. Sexual dimorphism in the development, emergence, and agenesis of the mandibular third molar. *J Dent Res*. 1981;60(10):1735-41.
- 62.- Schmeling A, Garamendi PM, Prieto JL, Landa MI. Forensic Age Estimation in Unaccompanied Minors and Young Living Adults, *Forensic Medicine - From Old Problems to New Challenges*, Prof. Duarte Nuno Vieira (Ed.), 2011. ISBN: 978-953-307-262-3, InTech, DOI:10.5772/19261. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/forensic-medicine-from-old-problems-to->

newchallenges/forensic-age-estimation-in-unaccompanied-minors-and-young-living-adults.

63.-Silvestri AR, Singh I. The unresolved problem of the third molar: Would people be better off without it?. JADA 2003;134:450-55.

64.-Kasper KA, Austin D, Kvanli AH, Rios TR, Senn DR. Reliability of Third Molar Development for Age Estimation in a Texas Hispanic Population: A Comparison Study. J Forensic Sci 2009; 54(3): 651-657.

65.-Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. Study of Third Molar Development and Its Use as an Estimator of Chronological Age. Journal of Forensic Sciences 1993;38(2):379-390.

66.- Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch HJ, Knell B, Ramsthaler F, Reisinger W, Riepert T, Ritz-Timme S, Rösing FW, Röttscher K, Geserick G. Criteria for age estimation in living individuals. Int J Legal Med 2008;122(6):457-460.

67.-Panchbhai AS. Dental Radiographic Indicators, a Key to Age Estimation. Dentomaxillofacial Radiology 2011;40:199-212.

68.- Mata P. Cirugía y Medicina Legal. Volumen 1, 2da Edición. 1846.

69.-Hillson S. Dental Anthropology. Cambridge University Press, 2002.

70.-Angus WM. A commentary on the development of diagnostic imaging technology. Radiographics 1989; 9(6):1225-1244.

- 71.-Langland OE, Langlais RP, McDavid WD, DelBalso AM. Panoramic Radiology, second edition. 1989.
- 72.-Sweet D. Why a Dentist for Identification. Forensic Odontology. Dent Clin North Am 2001;45:217-249.
- 73.-Schour I, Masseler M. Development of Human Dentition. J Am Dent Assoc 1941; 20:379-427.
- 74.-Hillson S. Teeth. Cambridge University Press, 2005.
- 75.-Ubelaker DH. Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretations. Aldine Publishing company, Chicago 1978.
- 76.-AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. American Journal of Physical Anthropology 2010;142:481-490.
- 77.- Feijoó García G. Cronología de la odontogénesis de los dientes permanentes en niños de la comunidad de Madrid: Aplicación a la estimación de la edad dentaria (Tesis Doctoral). Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, 2010.
- 78.-Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Age Variation of Formation Stages for Ten Permanent Teeth. J Dent Res 1963;42:1490-1502.
- 79.-Daskalaki A. Digital Forensics for the Health Sciences: Applications in Practice and Research. IGI Global, 1 edition, 2011.

- 80.-Demirjian A, Goldstein H, Tanner M. A new system for dental age assessment. *Human Biology* 1973; 45: 211–227.
- 81.- Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A. Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med.* 2005;119(1):22-6.
- 82.-Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2006;159:S68-73.
- 83.-Hägg U, Matsson L. Dental maturity as an indicator of chronological age: the accuracy and precision of three methods. *Eur J Orthod* 1985;7(1):25- 34.
- 84.-Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS, Haiter-Neto F. Dental Maturity as an Indicator of Chronological Age: Radiographic Assessment of Dental Age in a Brazilian Population. *J Appl Oral Sci* 2007;15:95-104.
- 85.- Goic A, Chamorro G, Reyes H. *Semiología Médica*. Editorial Mediterráneo, Segunda Edición, 1999.
- 86.-DiBiase A. The timing of orthodontic treatment. *Dent Update.* 2002;29(9):434-41.
- 87.-Moore RN. Principles of dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 1997;3(4):212-21.

- 88.-Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med* 2006;120: 49–52.
- 89.-Pombo M, Castro-Feijoo L, Cabanas Rodríguez P. El niño de talla baja. *Protoc diagn ter pediatr.* 2011;1:236-54.
- 90.- Pang S. Congenital adrenal hyperplasia. *Endocrinology and Metabolism Clinics* 1997; 26; 853.
- 91.-Hochberg Z. *Endocrine Control of Skeletal Maturation.* S Karger Pub, first edition. 2002.
- 92.-Jayaraman J, King NM, Roberts GJ, Wong HM. Dental age assessment: are Demirjian's standards appropriate for southern Chinese children? *J Forensic Odontostomatol.* 2011;29(2):22-8.
- 93.-UNHCR. 2008 Global Trends: Refugees, Asylum-Seekers, Returnees, Internally Displaced and Stateless Persons. 2009. <http://www.unhcr.org/4a375c426.html>.
- 94.-Black S, Aggrawal A, Payne-James J. *Age Estimation in the Living: The Practitioner's Guide.* Wiley-Blackwell, 2010.
- 95.- Solivellas MFJ. Inmigrantes en Chile: La exclusión vista desde la política migratoria chilena. *Temáticas migratorias actuales en América Latina: remesas, políticas y emigración,* pag. 105. 2008.

- 96.-Mali WP. Skeletal maturation in assessing underage asylum seekers. Ned Tijdschr Geneeskd.2004;148(46):2259-61. Artículo en neerlandés. Abstract.
- 97.- Introna F, Santoro V, De Donno A, Belviso M. Morphologic analysis of third-molar maturity by digital orthopantomographic assessment. Am J Forensic Med Pathol. 2008 Mar;29(1):55-61.
- 98.- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. <http://www2.ohchr.org/spanish/law/crc.htm>.
- 99.-Rothwell BR. Principles of dental identification. Dent Clin North Am 2001;45(2):253-70.
- 100.-Stimson P, Mertz C. Forensic Dentistry. CRC Press 1st edition, 1997.
- 101.-Komar D, Buikstra J. Forensic Anthropology. Oxford university Press, 2008.
- 102.- Monzavi BF, Ghodoosi A, Savabi O, Hasanzadeh A. Model of age estimation based on dental factors of unknown cadavers among Iranians. J Forensic Sci 2003;48(2):379-81.
- 103.-Broegdon BG. Forensic Radiology. CRC Press, 1998.
- 104.-Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Age of Attainment of Mineralization Stages of the Permanent Dentition. J Forensic Sci 1976;21(1):191-200.

- 105.- Bolaños MV, Moussa H, Manrique MC, Bolaños MJ. Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people. *Forensic Sci Int*. 2003 May 5;133(3):212-9.
- 106.- Almeida MS, Pontual Ados A, Beltrão RT, Beltrão RV, Pontual ML. The chronology of second molar development in Brazilians and its application to forensic age estimation. *Imaging Sci Dent* 2013;43(1):1-6.
- 107.-Blankenship JA, Mincer HH, Anderson KM, Woods MA, Burton EL. Third Molar Development in the Estimation of Chronologic Age in American Blacks as Compared with Whites. *J Forensic Sci* 2007;52(2):428-433.
- 108.-Greulich WM, Pyle SI. *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*, 2nd ed. Oxford University Press, 1959.
- 109.-Marshall WA, Tanner JM. Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. *Arch Dis Child* 1970;45(239):13-23.
- 110.-Arany S, Lino M, Yoskioka N. Radiographic survey of third molar development in relation to chronological age among japanese juveniles. *J Forensic Sci* 2004; 49(3):534-8.
- 111.-Gorgani N, Sullivan RE, Dubois L. A Radiographic investigation of third molar development. *J Dent Child* 1990: 57(2):106-10.
- 112.-Pirinen S. Endocrine Regulation of Craniofacial Growth. *Acta Odontol Scand* 1995;53:179-85.

113.- Toledo de Oliveira F, Álvarez AL, Pereira JR, Fischer IR. Mineralization of mandibular third molars can estimate chronological age – Brazilian indices. *Forensic Science International* 2012;219:147-150.

114.- Olze A, Taniguchi M, Schmeling A, Zhu BL, Yamada Y, Maeda H, Geserick G. Comparative Study on the Chronology of Third Molar Mineralization in a Japanese and German Population. *Leg Med (Tokyo)* 2003;5:S256-60. Abstract.

115.- Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, Van Niekerk P, Wernecke KD, Geserick G. Forensic Age estimation in Living Subject: The Ethnic Factor in Wisdom Tooth Mineralization. *Int J Legal Med* 2004;118(3):170-173.

116.- Collao F. Determinación de la edad por un estudio radiográfico en terceros molares inferiores. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología, Universidad de Chile. 2002.

117.- Valdés F. Estudio radiográfico del desarrollo del tercer molar y su uso como un estimador de la edad cronológica en un grupo de individuos de la población chilena. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología, Universidad de Chile. 2008.

118.- Quintanilla P. Estadio de maduración de terceros molares inferiores en radiografías panorámicas digitales de pacientes del Servicio de Radiología del

C.C.O. de la Universidad de Talca. Memoria de Pregrado, Universidad de Talca, 2010.

119.- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33(1):159-74.

120.- Ferrante L, Cameriere R. Statistical methods to assess the reliability of measurements in the procedures for forensic age estimation. *Int J Legal Med* 2009;123:277-283.

121.-Olze et al. Comparative study on the effect of ethnicity on wisdom Tooth Eruption. *Int J Legal Med* 2007;121:445-448.

122.- Meini A, Tangl S, Huber C, Maurer B, Watzek G. The chronology of third molar mineralization in the Austrian population—a contribution to forensic age estimation. *Forensic Science International* 2007;169: 161-167.

123.- Prieto JL, Barbería E, Ortega R, Magaña C. Evaluation of chronological age based on third molar Development in the Spanish population. *Int J Legal Med* 2005;119:349-354

124.-Willershausen B, Löffler N, Schulze R. Analysis of 1202 orthopantograms to evaluate the potential of forensic age determination based on third molar developmental stages. *Eur J Med Res* 2001;6(9):377–84.

125.-Mesotten K, Gunst K, Carbonez A, Willems G. Dental age estimation and third molars: a preliminary study. *Forensic Sci Int* 2002;129(2):110–5.

126.-Gunst K, Mesotten K, Carbunez A, Williems G. Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci Int* 2003;136(1-3):52–7.

127.-Logan WHG, Kronfeld R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to age of fifteen years. *J Am Dent Assoc* 20:379-427.

128.-Thevissen PW, Fieuws S, Willems G. Human third molars development: Comparison of 9 country specific populations. *Forensic Sci Int* 2010;201(1-3):102-105.

129.-Liversidge H. Timing of human mandibular third molar formation, *Ann. Hum. Biol.* 2008; 35:294–321.

130.-Tanner JM, Prader A, Habich H, Ferguson-Smith MA. Genes on the Y chromosome influencing rate of maturation in man: Skeletal age studies in children with Klinefelter's (XXY) and Turner's (XO) syndromes. *Lancet* 1959;2:141-144. En Harris EF. Mineralization of the mandibular third molar: A study of American blacks and whites. *Am J Phys Anthropol* 2007;132:98-109.

131.-Chaillet N, Demirjian A. Dental maturity in South France: a comparison between Demirjian's method and polynomial functions. *J Forensic Sci* 2004;49(5):1059–66.

- 132.-Chaillet N, Nyström M, Demirjian A. Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity curves for clinicians. *J Forensic Sci* 2005;50(5):1164–74.
- 133.-Anderson KM, Woods MA, Burton EL. Third molar development in the estimation of chronological age in American blacks as compared with whites. *J Forensic Sci* 2007;52(2):428–33.
- 134.-Mappes MS, Harris EF, Behrents RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;101:145–51.
- 135.-Harris EF, McKee JH. Tooth mineralization standards for Blacks and Whites from the middle southern United States. *J Forensic Sci* 1990;35(4):859–872.
- 136.-Loevy HT. Maturation of permanent teeth in black and latino children. *J Dent Res* 1983;62A:296.
- 137.- González L, Mok P, De La Tejera A, George Y, Leyva M. Caracterización de la formación y el desarrollo de los terceros molares. *MEDISAN* 2014;18(1):34-44.
- 138.- Qing M, Qiu L, Gao Z, Bhandari K. The chronological age estimation of third molar mineralization of Han population in southwestern China. *Jurnal of Forensic and Legal Medicine* 2014;24:24-27.