

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CÁTEDRA DE ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

**COMPARACION DE CINCO MÉTODOS DE
ESTIMACIÓN DE MADURACIÓN DENTAL EN UN
GRUPO DE NIÑOS VENEZOLANOS**

Trabajo presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela por la
Profesora Agregada Aída Carolina
Medina Díaz para ascender en el
escalafón universitario a Profesora
Asociada

Caracas, Mayo 2011

VEREDICTO

Aprobado el proyecto en Nombre de la Universidad Central de Venezuela por el siguiente jurado examinador:

Firma:

Tutor:
CI

Firma:

Jurado
CI

Firma:

Jurado
CI.

Observaciones

TABLA DE CONTENIDOS

1	Problema de Investigación.....	19
1.1	Planteamiento del Problema	20
1.2	Objetivo.....	23
1.2.1	Objetivo General	23
1.2.2	Objetivos Específicos.....	24
1.3	Justificación.....	25
1.4	Antecedentes	30
1.5	Limitaciones	33
1.6	Consideraciones Éticas.....	34
2	Marco teórico.....	35
2.1	Maduración Dental	36
2.1.1	Definición	36
2.1.2	Importancia de la determinación de la edad dental.....	37
2.1.3	Relación de la edad dental con otros determinantes de maduración somática.....	39
2.1.4	Factores que influyen en la maduración de la dentición.....	46

2.2	Métodos Radiográficos de determinación de Maduración Dental	59
2.2.1	Estudios del Patrón de Crecimiento Dental de Schour y Massler.....	60
2.2.2	Desarrollo de los dientes permanentes descrito por Nolla	63
2.2.3	Variación según la edad para los estadios de formación de diez dientes permanentes propuesta por Moorrees, Fanning y Hunt.	70
2.2.4	Un nuevo sistema para la determinación de edad dental propuesto por Demirjian.....	79
2.2.5	Modificación de la técnica de Estimación de Edad Dental de Demirjian propuesta por Willems.....	95
	Otros métodos de estimación de la maduración dental	98
2.2.6		98
2.3	Estudios Comparativos de Maduración dental en la población mundial	104
2.4	Determinación de la maduración dental en la población venezolana.....	113
2.4.1	Estudios clínicos de erupción dental en la población Venezolana	113
2.4.2	Estimación radiográfica de la maduración dental en la población Venezolana.....	114
3	Marco Metodológico.....	118
3.1	Tipo y Diseño de Investigación.....	119
3.1.1	Población y Muestra	119
3.1.2	Variables del Estudio.....	120

3.1.3	Recolección, Procesamiento y Análisis de Datos	128
3.1.4	Procedimientos	130
4	Resultados	131
4.1	Características demográficas	132
4.2	Concordancia Intraobservador	134
4.3	Schour y Massler	135
4.3.1	Erupción	135
4.3.2	Formación Radicular	142
4.4	Nolla	145
4.5	Moorrees.....	154
4.6	Demirjian.....	169
4.7	Willems.....	173
4.8	Diferencias entre los métodos de estimación de maduración dental	176
5	Discusión	181
6	Conclusiones	197
7	Recomendaciones	199

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.	Adaptación de las tablas de desarrollo dental de Schour y Massler (7)(15)...	62
Fig. 2.	Etapas de la calcificación dental según Nolla(8)	66
Fig. 3.	Curvas de desarrollo dental para varones y hembras. Tomado de Nolla (8)..	66
Fig. 4.	Curva de edad dental (sumando dientes maxilares y mandibulares, a excepción de 3ros molares) Nolla (8)	70
Fig. 5.	Estadios de la formación dental según Moorrees, Fanning y Hunt (9).....	72
Fig. 6.	Edad de formación de los incisivos maxilares y mandibulares en pacientes femeninas según Moorrees, Fanning y Hunt.(9)	74
Fig. 7.	Edad de formación de los incisivos maxilares y mandibulares en pacientes femeninas según Moorrees, Fanning y Hunt.(9)	75
Fig. 8.	Edad de formación de los molares mandibulares en pacientes masculinos según Moorrees, Fanning y Hunt.(9)	76
Fig. 9.	Edad de formación de los molares mandibulares en pacientes femeninas según Moorrees, Fanning y Hunt.(9)	77
Fig. 10.	Diagrama esquemático de los estadios del desarrollo de los dientes permanentes según Demirjian (10)	81
Fig. 11.	Percentiles de maduración dental para siete dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein 1976. (18)	90
	Gráfico de maduración dental en función de la edad con valores ponderados	

multiétnicos, para hembras y varones. Método de Demirjian modificado (19)	94
Fig. 12.....	94
Fig. 13. Promedios de maduración dental adaptados para varones. Estudios de Alemania, Hungría, Holanda, Polonia, Arabia Saudita, Kuwait, Senegal, India, Brasil, China, España y Venezuela.....	109
Fig. 14. Puntos evaluados en el análisis de Schour y Massler	122
Fig. 15. Instrumento de recolección de datos	127
Fig. 16. Gráfico de cajas. Medias y desviación estándar de la muestra según el género.....	133
Fig. 17. Gráfico de líneas. Erupción de dientes permanentes en el maxilar superior según edad.....	138
Fig. 18. Gráfico de líneas. Erupción de dientes permanentes en la mandíbula superior según edad	138
Fig. 19. Gráfico de barras comparativo de la erupción dental entre la muestra y la reflejada en la tablas de Schour y Massler	141
Fig. 20. Gráfico de barras comparativo de la formación radicular (etapas de Nolla) entre la muestra y la reflejada en la tablas de Schour y Massler	143
Fig. 21. Gráfico de la sumatoria de 7 dientes, Etapas de Nolla	147
Fig. 22. Gráfico comparativo de la formación radicular según Nolla para los dientes maxilares.....	149

Fig. 23. Gráfico comparativo de la formación radicular según Nolla para los dientes mandibulares.....	149
Fig. 24. Gráfico comparativo de edad cronológica y calculada utilizando el método de Nolla.....	152
Fig. 25. Gráfico de líneas representativo de la media de diferencias entre edad cronológica y edad dental calculada con el método de Nolla, distribuido por edad y género.....	153
Fig. 26. Medias de formación radicular según Moorrees.....	157
Fig. 27. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Incisivos superiores e inferiores para el sexo femenino	159
Fig. 28. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Incisivos caninos y premolares para el sexo femenino	162
Fig. 29. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Molares para el sexo femenino	163
Fig. 30. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Incisivos superiores e inferiores para el sexo masculino.....	164
Fig. 31. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de	

formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Canios y premolares para el sexo masculino..... 166

Fig. 32. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Molares para el sexo masculino. 167

Fig. 33. Gráfico de líneas que representa las medias de las etapas de formación dental según Demirjian distribuidos por edad. 170

Fig. 34. Gráfico comparativo de edad cronológica y calculada utilizando el método de Demirjian..... 171

Fig. 35. Gráfico de líneas representativo de la media de diferencias entre edad cronológica y edad dental calculada con el método de Demirjian, distribuido por edad y género..... 172

Fig. 36. Gráfico comparativo de edad cronológica y calculada utilizando el método de Demirjian..... 174

Fig. 37. Gráfico de líneas representativo de la media de diferencias entre edad cronológica y edad dental calculada con el método de Willems, distribuido por edad y género..... 174

Fig. 38. Gráfico comparativo entre edad cronológica y dental 177

Fig. 39. Gráfico comparativo de las medias de la diferencia entre edad dental y edad cronológica por género calculadas con los métodos de Nolla, Demirjian y Willems .. 178

LISTA DE TABLAS

Tabla I	Condiciones asociadas retardo de erupción dental. Tomado de Suri y Cols. 2004(30).....	48
Tabla II	Sumatoria de los valores asignados a cada diente, con excepción de los terceros molares, para cada edad cronológica propuesta por Nolla, 1960. (8)	68
Tabla III	Media de la etapa de formación para cada diente según la edad cronológica descrita por Nolla, 1960. (8).....	69
Tabla IV	Valores ponderados asignados a cada diente según su estadio de formación (10).....	84
Tabla V	Tabla para la identificación de la edad dental a partir del índice de maduración para varones propuesta por Demirjian (10)	85
Tabla VI	Tabla para la identificación de la edad dental a partir del índice de maduración para hembras propuesta por Demirjian (10).....	86
Tabla VII	Valores ponderados para cada estadio de desarrollo de siete dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein (18)	90
Tabla VIII	Valores ponderados y estandarizados para varones y hembras, para los dientes mandibulares izquierdos. Método de Demirjian modificado (19).....	93
Tabla IX	Valores asignados por edad a cada etapa de formación dental propuesta por Willems y Cols. como modificación al método de Dermijian (16)	97
Tabla X	Cuadro resumen de la relación de la maduración dental con la edad	

cronológica realizados en diferentes poblaciones mundiales	111
Tabla XI Formación radicular y erupción dental estimada en las tablas de Schour y Massler (adaptación propia)	123
Tabla XII Operacionalización de las variables	128
Tabla XIII Distribución de la muestra según edad y género	132
Tabla XIV Media y desviación estándar de la edad de la muestra.....	132
Tabla XV Coeficiente Kappa para cada método	134
Tabla XVI Moda de Erupción por edad, 1Barrera ósea, 2 sin barrera, 3 Erupcionado	135
Tabla XVII Valores de erupción media y desviación estándar para cada diente. Distribución según edad y género	139
Tabla XVIII Comparación entre la erupción observada en la muestra y la reflejada en las tablas de Schour y Massler	140
Tabla XIX Comparación de las medias de formación radicular etapas de Nolla según edad (distribución como Schour y Massler) con las reflejadas en las tablas de Schour y Massler.....	142
Tabla XX Etapas de Nolla de formación radicular. Moda para el total de la muestra distribuidas según edad legal.....	147
Tabla XXI Etapas de formación radicular de Nolla. Medias y desviación estándar parar género masculino, femenino y total.	148

Tabla XXII Medias de formación radicular para la muestra comparadas con las medias reportadas por Nolla	150
Tabla XXIII Edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Nolla, diferencia y desviación estándar distribuida según edad.....	152
Tabla XXIV Moda de formación radicular para la muestra estudiada según las etapas de Moorrees.....	155
Tabla XXV Etapas de Moorrees de formación radicular. Media y desviación estándar por edad.....	156
Tabla XXVI Edad media y desviación estándar de obtención de cada etapa de formación dental de Moorrees.....	158
Tabla XXVII Porcentaje de medias ubicadas en una o dos desviaciones estándar en los gráficos de Moorrees.....	168
Tabla XXVIII Moda de las etapas de formación radicular según Demirjian.....	169
Tabla XXIX Edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Demirjian, diferencia y desviación estándar distribuida según edad.....	171
Tabla XXX Edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Willems, diferencia y desviación estándar distribuida según edad.....	173
Tabla XXXI Medias y desviación estándar de diferencia entre edad dental y cronológica.....	176
Tabla XXXII Correlación entre edad cronológica y edad dental calculada con los métodos de Nolla, Demirjian y Willems	178

Tabla XXXIII ANOVA Diferencia de medias entre edad cronológica y edad dental calculada con los métodos de Nolla, Demirjian y Willems	178
---	-----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Aval del Comité de Bioética de la Facultad de Odontología	222
Anexo 2.	Patrones del desarrollo dental propuestos por Broadbent	223
Anexo 3.	Valores ponderados para cada estadio de desarrollo de cuatro (molares y premolares) dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein (18)	223
Anexo 4.	Percentiles de maduración dental para cuatro dientes mandibulares (molares y premolares). Demirjian y Goldstein 1976. (18)	224
Anexo 5.	Valores ponderados para cada estadio de desarrollo de cuatro dientes (2 ^{do} molar, premolares, incisivo central) mandibulares. Demirjian y Goldstein (18)	225
Anexo 6.	Percentiles de maduración dental para cuatro dientes mandibulares (2 ^{do} molar, premolares, incisivo central). Demirjian y Goldstein 1976. (18)	225
Anexo 7.	Edad estimada en función del Índice de Maduración dental. Método de Demirjian modificado (19)	226
Anexo 8.	Valores de Maduración dental para varones. Método de Demirjian modificado. (19)	227
Anexo 9.	Valores de Maduración dental para hembras. Método de Demirjian modificado. (19)	228

RESUMEN

La edad dental es un indicador de maduración somática de importancia clínica en Odontología para la planificación del tratamiento de pacientes en crecimiento. El objetivo de esta investigación es comparar la precisión de la determinación de la edad dental calculada con los métodos de Schour y Massler, Nolla, Moorrees, Faning y Hunt, Demirjian y Willems en un grupo de niños del Área Metropolitana de Caracas. Se seleccionó una muestra estratificada por edad y género incluyendo 238 radiografías panorámicas de elevada calidad de niños sanos con edades comprendidas entre 5 y 13 años, las cuales fueron analizadas según las indicaciones de cada método. El método de Schour y Massler presentó concordancia de 88,3% en la erupción, con diferencia estadísticamente significativa para la erupción del incisivo central inferior. El método de Moorrees, arrojó que el 60% de las medias de formación radicular se ubicaron en el rango de ± 1 desviación estándar para cada etapa de desarrollo radicular. La correlación de Pearson ($p=0,01$) entre la edad dental cronológica y la edad dental fue 0,921 para Nolla; 0,929 para Demirjian y 0,922 para Willems. La diferencia entre la edad dental y cronológica fue estadísticamente significativa (ANOVA) para Nolla $-0,883 \pm 0,947$ ($p=0,01$) y Demirjian $0,615 \pm 0,932$ ($p=0,05$), no siendo estadísticamente significativa para Willems $0,148 \pm 0,965$. Los cinco métodos analizados tienen utilidad clínica, presentando diferencias en su ejecución y resultados. El método de Willems presentó mayor precisión en el cálculo de la edad dental para esta muestra.

INTRODUCCIÓN

La edad fisiológica, biológica o desarrollo, indica el progreso del individuo hacia el logro de la maduración completa. Es estimada por medio de la evaluación de la maduración de uno o más sistemas de tejidos: sistema óseo, desarrollo de caracteres sexuales secundarios, masa corporal o sistema dental ¹⁻⁵

La edad dental puede ser determinada según la emergencia de los dientes o según el grado de formación que éstos presenten. ^{1, 6-10} De los métodos utilizados para la estimación de la edad biológica, los parámetros dentales han probado ser de gran utilidad en niños ya que la variabilidad en tasa de calcificación dental es baja, debido a que estos procesos están regidos principalmente por controles genéticos en lugar de por factores ambientales, siendo los métodos más utilizados en la actualidad los que evalúan el desarrollo dental observado en radiografías panorámicas. ^{2, 11-13}

La estimación de la edad juega un papel importante en diversas áreas como medicina forense, endocrinología pediátrica, arqueología y odontología clínica. ^{3-6, 14-21}

Schour y Massler ^{7, 8} propusieron gráficos representativos de la maduración dental por edad cronológica, incluyendo erupción dental y formación radicular. La edad dental se estima al comparar la observación de las radiografías del paciente con los gráficos tipo atlas planteados.

Nolla ⁹ estudió sistemáticamente la maduración de los gérmenes dentales, asignándole valores a cada etapa observada. Construyó tablas con las medias de maduración de cada diente por edad y género y tablas predictivas de la edad dental

utilizando la sumatoria de las mismas.

Moorrees, Fanning y Hunt ¹ propusieron gráficos de maduración dental, dividiéndola en 14 etapas. La comparación de la maduración de un diente a una determinada edad permite determinar si la misma está acorde, adelantada o retrasada con respecto a la media.

Demirjian, Goldstein y Tanner ² dividieron en ocho las etapas de formación de siete dientes mandibulares izquierdos. Proponen valores ponderados por etapa y por género, que luego son sumados y llevados a tablas de estimación de edad dental.

Willems y Cols. ¹⁰ modifican los valores ponderados propuestos por Demirjian y simplifican la técnica al asignar valores que, una vez sumados, estiman la edad dental.

Todos estos métodos han sido utilizados con resultados variables en diferentes poblaciones mundiales. En la población venezolana, la evaluación clínica de la erupción dental ha sido descrita por FUNDACREDESA, ²² Mota Potentini ²³ y Morón y Cols. ²⁴ obteniendo todos resultados similares en cuanto a edades y secuencias de erupción.

De los métodos radiográficos, el de Demirjian fue utilizado por Tineo y Cols. (4) y Espina de Ferreira y Cols. (3) en el Estado Zulia y por Cruz-Landeira y Cols. (5) en Los Andes, con resultados variables, sobrestimando unos y subestimando otros la edad dental. No se han publicado resultados de la aplicación de los métodos de Schour y Massler, Nolla, Moorrees o Willems en la población venezolana.

Considerando la edad dental como un indicador de la maduración somática, cualquier variación en más de una desviación estándar, debe llamar la atención al odontólogo. Puede ser un signo temprano de alteraciones hormonales, metabólicas, nutricionales o

sindrómicas, y se hace necesaria la interconsulta con el médico pediatra o endocrino pediatra. (25) El retardo de erupción debe alertar al clínico a realizar un examen más profundo ya que, después de haber descartado factores locales, puede haber un desequilibrio sistémico o de la fisiología del complejo craneofacial. (26)

Desde el punto de vista odontológico, la planificación del tratamiento tanto odontopediátrico como ortodóncico, puede ser influenciada por la determinación de la maduración dental. (2) Las terapias preventivas, restauradoras, endodóncicas y planificación de exodoncias en el paciente en crecimiento deben planificarse de acuerdo a la etapa de dentición del paciente, considerando la maduración dental y los cambios esperados en el tiempo. Para el tratamiento ortodóncico debe incluirse el estudio del crecimiento y desarrollo del complejo dentofacial en particular y del cuerpo en general. (27) La prevención e intercepción temprana de las deformidades dentofaciales depende de una correcta interpretación del crecimiento y desarrollo craneofacial, especialmente cuando la terapia propuesta es más eficaz en relación a la tasa de crecimiento o a la cantidad de crecimiento remanente, como ocurre con el uso de tracción extraoral, aparatos de ortopedia funcional, la decisión de extracciones, la retención y la planificación de cirugía ortognática. (28), (29)

La presente investigación pretende comparar la precisión de los cinco métodos de determinación de maduración dental anteriormente mencionados, en un grupo de niños del Área Metropolitana de Caracas. Esto permitirá conocer su comportamiento en una muestra venezolana, determinar su aplicabilidad clínica y realizar recomendaciones en cuanto al uso de los mismos.

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio de los diferentes indicadores de medición somática incluye la medición de la talla y el peso, la observación de los caracteres sexuales secundarios y la evaluación del sistema óseo y dental. La utilidad de la determinación de la maduración somática ha sido expresada en diversos ámbitos. Para fines legales y forenses reviste especial importancia ya que permite la determinación de la edad cronológica de niños indocumentados o de restos humanos.

Desde el punto de vista clínico, en odontología es de especial interés la determinación de la maduración dental al planificar el tratamiento de pacientes en crecimiento. La utilización de técnicas de prevención específica, así como la indicación de diferentes procedimientos curativos, ya sea el abordaje endodóntico de dientes primarios o permanentes jóvenes, la realización oportuna de exodoncias o la selección adecuada del material de restauración indicado para cada caso de forma individualizada, se ve influenciada por el grado de maduración dental. Igualmente, la implementación de medidas terapéuticas de ortodoncia preventiva o interceptiva depende, en gran medida, de la maduración del individuo, ya que algunas terapias requieren fases de crecimiento activo para su éxito, como es el caso de la utilización de tracciones ortopédicas o de aparatos de ortopedia funcional de los maxilares; mientras que otras decisiones dependen de la culminación del crecimiento, como la utilización de diferentes tipos de retención o la planificación de cirugía ortognática.

También juega un papel importante en la realización de la evaluación integral del paciente la determinación de la maduración dental, ya que, las desviaciones de la norma, ya

sea por presentar un proceso de maduración dental acelerado o retardado, pueden ser indicadores de enfermedades sistémicas de diferente índole, de tipo endocrinológica, nutricional o manifestación de algún síndrome. En este sentido, el odontólogo tiene la responsabilidad de detectar estas desviaciones y trabajar en conjunto con el equipo interdisciplinario compuesto por los especialistas pertinentes según el caso.

Desde principios del Siglo XX hay estudios que relacionan la maduración dental, determinada primero por la emergencia dental o por el número de dientes presentes en boca, y posteriormente utilizando el grado de formación radicular observado radiográficamente, con la edad cronológica y con otros indicadores de maduración como peso, talla, presencia de caracteres sexuales secundarios y maduración esquelética. Se han descrito diferentes métodos que han sido aplicados en poblaciones diversas.

Para la población venezolana, se han publicado estudios clínicos que evalúan la emergencia dental, siendo el más amplio el de FUNDACREDESA. (22), (23), (24) También se han publicado datos concernientes a la estimación de la edad dental por medio del método de Demirjian (4), (3), (5) No obstante, no se han publicado estudios en los que se realice la comparación entre los diferentes métodos de determinación de la edad dental avalados en la literatura y su aplicabilidad clínica en la población pediátrica venezolana.

Con la presente investigación se pretende determinar cuál método se ajusta de mejor manera a la determinación de la edad dental en un grupo de niños venezolanos, con la finalidad de incentivar su utilización en el ambiente clínico. Los resultados serán de utilidad para lograr una visión integral en el tratamiento odontológico del paciente en crecimiento, que involucre, no sólo las características bucales en un momento puntual en el tiempo, sino

que permita la identificación de los eventos de maduración dental que se encuentran presentes y los que están por ocurrir, relacionándolos con la planificación del tratamiento integral que incluya al odontólogo, especialmente al odontopediatra, en el equipo interdisciplinario de salud.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo General

Comparar la precisión de los métodos de determinación de maduración dental propuestos por Schour y Massler, Nolla, Moorees, Demirjian y Willems en un grupo de niños con edades de 5 a 13 años del Área Metropolitana de Caracas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar la edad dental según Schour y Massler, estimando su asociación con la edad cronológica
- Determinar la asociación entre formación dental y edad cronológica utilizando el método de Nolla
- Determinar la concordancia entre edad cronológica y maduración dental utilizando el método de Moorrees
- Determinar la precisión en la estimación de la edad cronológica a partir de la maduración dental utilizando el método de Demirjian.
- Determinar la precisión en la estimación de la edad cronológica a partir de la maduración dental utilizando el método de Willems.
- Comparar la precisión de los cinco métodos de estimación de maduración dental, según edad y género.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La determinación de la maduración dental reviste importancia tanto médico-legal como clínica ya que es un método adecuado para estimar la edad cronológica del paciente en desarrollo. El tratamiento odontológico integral del paciente pediátrico contempla diversos aspectos tanto preventivos, restaurativos, como de ortodoncia interceptiva, que se ven influenciados por el estadio de maduración dental que el niño presenta. Para fines médico-legales, la precisión del método de estimación dental reviste especial importancia, ya que a partir del mismo se pretende inferir la edad cronológica de un niño, en muchos casos indocumentado, o de restos humanos. (4), (3), (5),(7), (9), (1), (2), (14), (30)

Se han propuesto diferentes formas de determinación de maduración dental en la literatura, destacando las fortalezas y ventajas de su aplicación en diversas poblaciones mundiales. Ahora bien, la precisión de la utilización de estos métodos es variable entre poblaciones, ya que las medias de estadio de desarrollo son diferentes para niños con las mismas edades cronológicas. Se han planteado diferencias derivadas de las características étnicas y socioculturales. El conocimiento de la precisión de los diferentes métodos, al ser utilizados en esta muestra de niños venezolanos del Área Metropolitana de Caracas, será de utilidad en este ámbito

Los primeros métodos descritos, con más amplio uso epidemiológico, han sido los que incluyen la observación clínica de dientes erupcionados. (31) Posteriormente se han desarrollado diversos métodos que estiman de manera más confiable la maduración dental, a partir de la formación dental observada en radiografías. (9), (1), (2)

Se han realizado algunos estudios de la aplicabilidad de estos métodos, de forma

individual, en la población venezolana. En 1995 FUNDACRESESA (22) realizó la descripción detallada de los dientes erupcionados en una amplia muestra de venezolanos desde el nacimiento hasta los 20 años de edad. Este estudio descriptivo permite conocer la media de dientes erupcionados para una determinada edad, pero no estimar la edad cronológica a partir de la observación de los dientes erupcionados.

De los métodos radiográficos de estimación de edad dental, sólo se han publicado datos de la aplicación del de Demirjian (2) y sus adaptaciones (11), resaltando diversos resultados. Para una muestra de Los Andes (5) éste método subestimó la edad cronológica, mientras que para una muestra de Maracaibo (4), (3) la sobrestimó.

Actualmente, en el ámbito clínico-odontológico, la escogencia del método de estimación de edad dental a utilizar para cada caso se realiza únicamente sobre la base de la preferencia del profesional. La presente investigación pretende comparar la precisión de la maduración dental, en relación con la edad cronológica, utilizando cinco métodos previamente probados en otras poblaciones.

El método de Schour y Massler (7) (8) consiste en comparar el desarrollo dental observado en radiografías panorámicas, con dibujos esquemáticos tipo atlas, determinando la edad dental según el esquema con mayores coincidencias; siendo un sistema de fácil y rápida aplicación para el clínico.

El método de Nolla (9) asigna valores a las diferentes etapas de formación dental, incluyendo decimales para estadios entre etapas graficadas. Plantea tablas que relacionan la edad cronológica con la sumatoria de los valores obtenidos de los dientes mandibulares, maxilares y para la sumatoria de ambos, tanto para varones como hembras, incluyendo o no

el tercer molar. Igualmente establece tablas de la media de formación dental para cada germen en cada edad cronológica.

El método de Moorrees (1) establece diferentes etapas de maduración dental, relacionándolas con la edad cronológica y permite determinar si el niño presenta concordancia entre ambas al llevar los datos a gráficos, ubicándose en una o dos desviaciones estándar. Este método es de utilidad para que el clínico pueda determinar si existe concordancia entre ambas al momento de planificar integralmente el tratamiento.

El método de Demirjian (2) realiza la estimación de la edad a partir de la observación de la formación del germen dental, asignándole un valor ponderado a cada etapa de cada diente, los cuales son sumados y llevados a tablas de estimación de edad. Ha sido ampliamente utilizado en diversos grupos poblacionales, con resultados diferentes.

El método de Willems (10) es una modificación del de Demirjian, que simplifica los pasos y ha probado ser más preciso en varios grupos poblacionales.

La determinación de la precisión de estos métodos para esta muestra específica, permitirá la elaboración de recomendaciones en su aplicación. Esto tiene importancia en las ciencias médicas ya que, para el diagnóstico odontológico del paciente en crecimiento y la planificación de tratamiento odontopediátrico y odontológico integral, la maduración dental constituye un elemento de importancia. La discrepancia entre edad dental y cronológica puede ser un indicador de diferentes alteraciones sistémicas, lo que permite una pronta consulta con el equipo médico interdisciplinario. Igualmente, este conocimiento acerca de cuál método se puede utilizar de manera más acertada en la población pediátrica venezolana permitirá conocer tanto las características particulares de este grupo

poblacional como la aplicabilidad clínica de los métodos que han sido desarrollados en otras poblaciones.

Por la rigurosidad en la selección tanto, de las imágenes radiográficas como de la condiciones de salud de los niños pertenecientes a la muestra, los resultados obtenidos podrán ser utilizados para construir grupos control con los cuales comparar mediciones realizadas en niños con características distintas, tanto con alteraciones sistémicas como con alteraciones del desarrollo dental.

Los resultados de esta investigación no pueden ser generalizados a la población venezolana, y sólo son válidos en el contexto de poblaciones similares. Podrán servir de base para la realización de futuras investigaciones, que permitan validar la propuesta del atlas de maduración dental en niños venezolanos y latinoamericanos, pertenecientes a diferentes poblaciones, tanto por su ubicación geográfica como por sus características étnicas o socioeconómicas. También pueden realizarse estudios en los que se comparen los resultados al estimar la maduración dental utilizando radiografías panorámicas de diferente calidad, que permitan determinar la calidad radiográfica necesaria para el diagnóstico integral.

Tomando en consideración las líneas de investigación institucionales de la Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela, este trabajo se enmarca en el Área de Biología Bucal, que estudia aquellos elementos de las ciencias biológicas relacionadas con la cavidad bucal, estructuras y tejidos adyacentes, tanto en sus aspectos teóricos como en sus manifestaciones clínicas; en la sub-área Crecimiento y Desarrollo Cráneo Facial que trata sobre el desarrollo interactivo, de maduración y envejecimiento de los tejidos dentro del

sistema craneofacial; en la línea Erupción Dentaria.

1.4 ANTECEDENTES

Se han realizado algunos estudios previos concernientes a la edad dental de la población venezolana. Sin embargo, sólo un estudio realiza comparaciones entre métodos para determinar cuál es más preciso. De los métodos que serán evaluados en este estudio, han sido publicados previamente resultados en la población venezolana utilizando el de Demirjian, (2) no habiendo referencia previa en cuanto a la aplicabilidad de los métodos de Schour y Massler, (7) Nolla, (9) Moorrees (1) y Willems. (10)

Entre los estudios que describen la cronología y secuencia de erupción de los dientes en esta población, el más amplio es el realizado por FUNDACREDESA (22) en el que se detalla la emergencia y erupción observada clínicamente, en una muestra de 53.537 venezolanos desde el nacimiento hasta los 20 años de edad. Observaron pequeñas diferencias entre géneros y entre grupos sociales, siendo el patrón de emergencia más frecuente $I_1, M_1, M^1, I^1, I_2, I^2, C_1, P_1, P^1, C^1, P_2, P^2, M_2, M^2$. Resultados similares a los descritos por Mota Potentini (23)

Morón y Cols. (24) compararon la cronología y secuencia de erupción de 512 niños con edades de 6 a 17 años, integrantes de la etnia indígena Wayúu, utilizando la misma metodología del FUNDACEDESA. (22) Al comparar la mediana de la emergencia de cada diente concluyeron que éstos presentaron erupción precoz en comparación con un grupo control de niños criollos, siendo la secuencia de erupción similar al del resto de la población venezolana.

La relación de la edad dental con la edad ósea y cronológica fue evaluada por Tineo y Cols. en 2006. (4) Estos autores realizaron un estudio preliminar en el que estimaron la edad

dental y ósea de 30 niños sanos en Maracaibo, Estado Zulia, utilizando los métodos de Demirjian (2) y Greulich y Pyle (32) respectivamente. Obtuvieron fuerte correlación entre la edad cronológica y la edad dental (0,929) y esquelética (0,918).

En 2007, Espina de Ferreira y Cols. (3) publicaron un estudio realizado en 60 niños del Estado Zulia, en los cuales se realizó la determinación de la maduración dental utilizando el método de Demirjian. (2) Los observadores fueron calibrados en el Laboratorio de Odontología Forense de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia. El objetivo de este estudio preliminar fue relacionar la edad ósea, dental y cronológica y determinar diferencias entre individuos de talla y peso normal y niños obesos y desnutridos. Para ello seleccionaron 30 pacientes control, 15 obesos y 15 desnutridos pertenecientes a zonas escolares en Maracaibo. Hubo correlación positiva, estadísticamente significativa entre la edad cronológica, la edad dental ($r=0,929$) y la edad ósea ($r=0,918$), pero hallaron que para la totalidad de la muestra, la edad dental fue mayor que la edad cronológica y ósea, como reportan estudios en otras poblaciones. El método de Demirjian, (2) combinado con el de Greulich y Pyle (32) permiten identificar de forma satisfactoria la edad somática de los niños en esta población.

En 2009, Cruz-Landeira y Cols. (5) realizaron un estudio en el que comparan la maduración dental y la estimación de la edad a partir de esta, en un grupo de 200 niños Venezolanos (con registros de la Universidad de los Andes) y 308 niños Españoles (con registros de la Universidad de Santiago de Compostela). Estos autores realizaron el cálculo del Índice de Maduración dental utilizando el método propuesto por Demirjian y Goldstein (12) y el propuesto por Chaillet y Cols (13), además de desarrollar modelos de predicción (regresiones polinómicas o múltiples) para ambas poblaciones. La correlación lineal entre la

edad dental calculada con Demirjian y la edad cronológica demostró que la edad estimada era menor que la real (subestimada) para el grupo de venezolanos ($-0,23 \pm 0,93$ para varones y $-0,1 \pm 1,04$ para hembras). El 100% de la maduración dental se obtuvo a la edad de 14,1 años para los venezolanos.

La correlación lineal entre la edad dental calculada con Chaillet y la edad cronológica, también fue fuerte, demostrando una subestimación mayor para el grupo de venezolanos ($-0,48 \pm 0,92$ para varones y $-0,61 \pm 1,07$ para hembras). El 100% de la maduración dental se obtuvo a la edad de 16,8 años para los venezolanos.

Los estudios citados han sido realizados con metodologías diferentes, y muestras con características disímiles. Lo anterior imposibilita la comparación entre resultados, por lo que no puede establecerse cuál método es más apropiado para su aplicación en la población venezolana.

1.5 LIMITACIONES

- La muestra es tomada de niños del Área Metropolitana de Caracas, que han asistido a una clínica privada, de manera de disponer de radiografías panorámicas de elevada calidad tomadas con los mismos equipos con mínima distorsión. La generalización de los datos obtenidos a la totalidad de la población venezolana no es factible.
- No hay disponibilidad de radiografías panorámicas de elevada calidad un amplio grupo poblacional que permita incluir a niños de diferentes procedencias en este estudio.
- Los criterios de exclusión son rigurosos lo cual determinará que numerosos pacientes no conformen parte de la muestra, particularmente en las edades mayores.

1.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para esta investigación se realizará la evaluación retrospectiva de radiografías panorámicas tomadas entre 2000 y 2010 que reposan en los archivos de las historias clínicas. Cada una de ellas fue tomada con fines diagnósticos de acuerdo a protocolos internacionalmente establecidos para el diagnóstico odontológico integral del paciente en desarrollo. Debe destacarse que no se realizaron tomas de radiografías panorámicas específicamente para la realización de este estudio, evitando la utilización de radiaciones ionizantes de forma innecesaria para los pacientes. Igualmente debe hacerse notar que no se compromete de ninguna forma la identidad de los pacientes.

Esta investigación cuenta con el aval del Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela #0112-2010 (Anexo 1).

2 MARCO TEÓRICO

2.1 MADURACIÓN DENTAL

2.1.1 Definición

La edad fisiológica, biológica o desarrollo, indica el progreso del individuo hacia el logro de la maduración completa. Es estimada por medio de la evaluación de la maduración de uno o más sistemas de tejidos: sistema óseo, desarrollo de caracteres sexuales secundarios, masa corporal o sistema dental. La edad se expresa en los términos dictado por el tejido estudiado, (1) (2) y su cálculo es más exacto cuando se combinan métodos de estimación. (3), (4), (5)

Todos los profesionales de la salud que tienen a su cargo el diagnóstico y tratamiento de pacientes en crecimiento, deben conocer las características del desarrollo dental, particularmente asociado a la emergencia clínica, para incluirlo en el examen de rutina. Cuando existen desviaciones individuales que alejan al paciente de la media, tanto para talla, como para peso y circunferencia craneana, es un primer signo de alerta para indicar presencia de enfermedades sistémicas. Al estar el desarrollo de la dentición relacionado al desarrollo somático como un todo, desviaciones en el momento de erupción también pueden constituir un signo temprano indicativo de alteraciones metabólicas, nutricionales o sindrómicas. (25)

De los métodos utilizados para la estimación de la edad biológica, los parámetros dentales han probado ser de gran utilidad en niños ya que la variabilidad en tasa de calcificación dental es baja, debido a que estos procesos están regidos principalmente por controles genéticos en lugar de por factores ambientales, a diferencia de otros indicadores

como la masa corporal. Los métodos más utilizados en la actualidad se basan en el desarrollo dental observado en radiografías panorámicas o cefálicas laterales. (2), (11), (12), (13)

La edad dental puede ser determinada según la emergencia de los dientes o según el grado de formación que éstos presenten. (1), (6)

La estimación de la edad juega un papel importante en diversas áreas como medicina forense, endocrinología pediátrica, arqueología y odontología clínica. (4), (3), (5), (14), (6), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21)

2.1.2 Importancia de la determinación de la edad dental

El uso de la determinación de la edad dental o del estado de maduración de la dentición tiene diversas utilidades. La inspección visual de la erupción dental ha sido el primero y más utilizado de los métodos de asesoramiento de la edad dental. Una mención temprana a las implicaciones legales del establecimiento de la edad dental es citada por Gibson y Conchie (25) y por Prieto Carrero (33) haciendo referencia a una propuesta de Edwing Saunders en 1837 al Parlamento Inglés, quien en el documento “The Teeth a Test of Age” (Los dientes, prueba de edad), propone determinar la edad a través del examen dental para evitar la explotación laboral de los niños que eran empleados en las fábricas, cuyo límite legal se situaba en los nueve años de edad.

En el contexto de la sociedad globalizada y multicultural, en el que la inmigración, tanto legal como ilegal, está en aumento, la estimación de la edad de los individuos cobra especial importancia. (5), (15) En la actualidad, hay lugares en el mundo en los que no existen registros de nacimiento y el desarrollo dental se utiliza como criterio biológico-legal.

La estimación de la edad de jóvenes indocumentados se plantea ante la necesidad de proteger los derechos de los menores de edad reconocidos por los distintos convenios y tratados internacionales, cuando éstos se ven sometidos a la acción de la justicia o solicitan asilo en un país extranjero. La determinación de minoría de edad de individuos indocumentados detenidos por comisión de algún hecho punible otorga cierta protección a efectos penales. Por otra parte, los inmigrantes menores de edad no acompañados, disfrutan de beneficios en cuanto a salud y educación en los países que los acogen. Según recomendaciones realizadas por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) los métodos para determinar la edad en niños deben ser suficientemente precisos, preferiblemente evaluando varios aspectos de maduración. (33)

Entre los aspectos legales que deben analizarse, está la incapacidad para consentir al matrimonio y a la actividad sexual expresada en muchas constituciones en el mundo. La determinación de la mayoría de edad puede realizarse por medio del análisis de la maduración dental, siempre que se tome en cuenta el grado de desarrollo de los terceros molares. (14)

En las ciencias forenses, la identificación de la maduración dental permite la estimación de la edad al momento del fallecimiento, siendo un paso importante en la identificación de restos humanos. (5), (2) Los métodos de determinación de maduración somática, y particularmente la maduración dental permiten la estimación de la edad de víctimas, ya sea por situaciones bélicas, acciones de grupos terroristas o por acciones delictivas particularmente en países con elevados índices de violencia, así como por desastres naturales masivos. (3)

Considerando la edad dental como un indicador de la maduración somática, cualquier variación en más de una desviación estándar, debe llamar la atención al odontólogo. Puede ser un signo temprano de alteraciones hormonales, metabólicas, nutricionales o sindrómicas, y se hace necesaria la interconsulta con el médico pediatra o endocrino pediatra. (25) El retardo de erupción debe alertar al clínico a realizar un examen más profundo ya que, después de haber descartado factores locales, puede haber un desequilibrio sistémico o de la fisiología del complejo craneofacial. (26)

Desde el punto de vista odontológico, la planificación del tratamiento ortodóncico, según el tipo de maloclusión, puede ser influenciada por la determinación de la maduración dental. (2). La ortodoncia, entonces, incluye el estudio del crecimiento y desarrollo del complejo dentofacial en particular y del cuerpo en general. (27) La prevención e intercepción temprana de las deformidades dentofaciales depende de una correcta interpretación del crecimiento y desarrollo craneofacial, especialmente cuando la terapia propuesta es más eficaz en relación a la tasa de crecimiento o a la cantidad de crecimiento remanente, como ocurre con el uso de tracción extraoral, aparatos de ortopedia funcional, la decisión de extracciones, la retención y la planificación de cirugía ortognática. (28), (29)

2.1.3 Relación de la edad dental con otros determinantes de maduración somática

Los cambios asociados con la maduración son evidentes en todos los componentes anatómicos, incluyendo el esqueleto craneofacial y la dentición. (34) La medición de la maduración esquelética puede interpretarse en relación a la cantidad de crecimiento que todavía es posible, influyendo en el manejo clínico.

Diversos autores han tratado de establecer la relación entre la maduración ósea y la maduración de la dentición permanente. Algunos demuestran que existe una asociación de mediana a baja entre todos los indicadores de maduración somática. Los datos reportados en la literatura no son concluyentes al respecto, por lo que las inferencias realizadas acerca de la maduración somática, a partir únicamente del cálculo de edad dental, ya sea por emergencia o por desarrollo, deben hacerse de manera cautelosa. (1) (35)

Aunque el indicador de maduración dental más sencillo de evaluar es la erupción clínica, ésta es más variable en cuanto a su cronología y secuencia. (9) La determinación de edad dental según la emergencia (momento en el que el diente rompe la barrera gingival y hace aparición en la cavidad bucal) tiene la desventaja de ser realizada en una fase muy puntual y de corta duración durante el período de erupción, en la cual sólo pueden evaluarse simultáneamente el proceso de emergencia de pocos dientes. Además de esto, la emergencia dental puede verse alterada por diversos factores ambientales como pérdida prematura, procesos infecciosos apicales de los dientes primarios, retención o anquilosis de dientes primarios, apiñamiento y falta de espacio o discrepancia negativa. (1), (2), (35)

En contraposición a esto, Hägg y Taranger en 1985 (31) realizaron una investigación en la cual la edad dental fue determinada por la cuenta total de dientes primarios y permanentes emergidos. Evaluaron clínicamente, de manera longitudinal, a 212 niños suecos, calculando el promedio de edad dental según el conteo de dientes emergidos al momento de cada evaluación. Esta determinación es simple y conveniente, con la limitante de que sólo es posible durante etapas de emergencia dental. Los autores indican que la estimación de la edad cronológica con el método de dientes erupcionados es más preciso para la dentición primaria que para dentición permanente. La diferencia entre la edad

dental y cronológica, con un intervalo de confianza de 95% fue de ± 22 meses en hembras y $\pm 20-28$ meses para varones, por lo que consideran que la estimación de la edad a partir del número de dientes erupcionados es un método válido.

Lewis y Garn en 1960 (36) estudiaron de forma longitudinal, en un grupo de niños caucásicos americanos, la relación de diferentes indicadores de maduración, incluyendo osificación de centros en la rodilla, hombro, brazo, mano, pie y cadera; talla y peso; menarquia; y edad dental tomando en consideración tres etapas de desarrollo (inicio de la calcificación de la corona, corona completa, cierre apical) y dos fases de erupción (erupción alveolar, cuando no se observa hueso alveolar sobre el diente y oclusión completa cuando el diente llega al plano de oclusión). Al analizar las variaciones que presenta cada indicador con respecto a la edad cronológica se obtuvo que éstas fueron mayores en la osificación y la edad ósea. La erupción dental también presentó variabilidad, sin embargo la calcificación de la corona y el cierre apical fueron los indicadores con menor variabilidad, en conjunto con la menarquia. Estos autores sostienen que hay una fuerte influencia genética sobre el desarrollo dental, al analizar gemelos en su muestra. Concluyen que existe mayor interrelación entre las etapas de calcificación o las etapas de erupción evaluadas individualmente con la edad que interrelación entre la calcificación y la erupción. La interrelación entre la formación dental y el crecimiento y desarrollo general tiene una significancia, la cual es menor en niños pequeños y va incrementando hasta la adolescencia. El indicador que presentó mayor interrelación con la edad dental fue la maduración sexual, observándose también erupción dental acelerada en niñas con maduración temprana.

Green publicó en 1961 (27) un estudio en el que plantea la interrelación entre la talla, peso, edad cronológica, esquelética y dental en un grupo de 56 varones caucásicos. Basa su

estudio en que la maduración ósea ocurre de forma sincronizada. Ésta es medible al observar los diferentes centros de osificación, los cuales siguen un patrón bastante definido en cuanto a secuencia y periodos de tiempo, desde el nacimiento hasta culminar la maduración. La maduración de la dentición, sigue igualmente un patrón específico de desarrollo y erupción, con etapas determinables y predecibles, por lo que su evaluación radiográfica permite determinar niveles de maduración somática, y que la talla y el peso son indicadores físicos del crecimiento y desarrollo corporal frecuentemente evaluados y comparados con tablas específicas por género y población, siendo las manifestaciones de crecimiento y desarrollo evaluados con mayor frecuencia.

Green (27) evaluó la edad esquelética por medio de radiografías carpales utilizando los estándares de Greulich y Pyle (32); la edad dental según la formación radicular con el método de Nolla, (9) la talla y el peso. Se asignaron valores de edad a cada índice y se realizó la correlación entre ellos. Aunque entre todas hubo correlación positiva, los valores fueron diversos, siendo la correlación más fuerte la edad dental con la cronológica. Hubo poca correlación entre la edad dental con la edad esquelética, con el peso y con la talla.

Infante y Owen (19) estudiaron la relación de la cronología de erupción de dientes primarios con la talla, peso y circunferencia cefálica en 345 infantes (1 a 3 años) caucásicos norteamericanos. Estos investigadores realizaron la observación clínica de la emergencia dental, tomando como emergido los molares con todas las cúspides visibles y los dientes anteriores con 1 mm visible. Midieron la talla, peso y circunferencia cefálica y compararon las medianas de estas variables. Hallaron correlación positiva, estadísticamente significativa de la talla con el número de dientes emergidos. En cuanto al peso, no hubo relación en las hembras con el número de dientes emergidos, sin embargo, sí hubo relación entre el peso y

número de dientes emergidos en los varones ubicados desde el percentil 25 al 75. La medición de la circunferencia cefálica tuvo relación positiva con el número de dientes emergidos, la cual fue más fuerte en las hembras ubicadas por debajo del percentil 25 o por encima del percentil 75. Concluyen que el número total de dientes primarios presentes puede ser un indicador de maduración somática.

Los diversos resultados obtenidos en cuanto a esta correlación entre edad ósea y dental pueden deberse a la metodología utilizada para la determinación tanto de la maduración dental como de la esquelética. Los métodos de determinación de maduración ósea por medio de la evaluación de los centros de osificación de la mano pueden tener discrepancias, dependiendo de las zonas evaluada. Estudios que calculan la correlación entre la maduración dental y la maduración esquelética.

Ahora bien, en los estudios de Sierra, al utilizar la maduración dental medida en cantidad de desarrollo, existe una fuerte relación de la edad dental con respecto a la maduración esquelética medida en la zona de la muñeca y mano, la cual se hace más evidente en la adolescencia. La determinación de edad dental por medio de la evaluación de la formación de los dientes posee diversas ventajas. Una de ellas es que pueden ser evaluadas las diferentes etapas de la formación dental de forma simultánea para la mayoría de los dientes. (1), (2) , (35)

Sin embargo, debe destacarse que en la literatura más reciente es posible encontrar investigaciones que afianzan esta correlación entre edad ósea y dental, mientras que otras descartan que exista. En 1991, Lewis (34) realizó la comparación entre edad dental y esquelética de 694 niños caucásicos, utilizando el estándar de Bolton (Bolton Standards of

Dentofacial Developmental Growth Anexo 2) para determinar edad dental en radiografías cefálicas laterales y estándares de Greulich y Pyle (32) en radiografías carpales. Obtuvo que la edad dental promedio era 6 meses mayor que la edad cronológica y que la correlación entre edad dental y esquelética es baja. Al realizar regresiones lineales de ambas variables, observó que la edad dental es mayor que la esquelética y que al asignar el intervalo de confianza de 95%, los límites superior e inferior fueron de 2 años, indicando que para una determinada edad dental, 5% de los niños tendrían una edad esquelética 2 años mayor o menor. En este grupo, la edad dental y esquelética fueron independientes y el autor recomienda que, si la maduración ósea es un factor determinante en la terapéutica a realizar, se evalúen ambas sin intentar predecir edad ósea a partir de edad dental. Al autor destaca que el método utilizado para determinar la maduración dental es compuesto (compara radiografía con dibujo esquemático) y que es posible que al utilizar otros métodos matemáticos con valores ponderados pueda obtenerse una mejor correlación entre las variables.

Flores-Mir, en una revisión sistemática de la literatura publicada en 2004 (29) destaca que el crecimiento facial se relaciona con la maduración ósea medida en radiografías carpales. En esta investigación no se estudia la relación con la edad dental, pero se destaca que, si la terapia ortodóncica depende de la maduración ósea, es preferible realizar la determinación de la misma por medio del análisis de la radiografía carpal, ya que esta se asocia con la velocidad de crecimiento y cantidad de crecimiento facial remanente.

Tomando en consideración la posible variabilidad étnica en la utilización de indicadores de maduración ósea y dental, Krailassiri y Cols en 2004 (28) estudiaron la correlación entre ambas al analizar los registros radiográficos de 361 pacientes Tailandeses

con edades de 7 a 19 años. Utilizando los métodos de Greulich y Pyle (32), siguiendo las recomendaciones de Fishman (37) y de Demirjian (2) para cinco dientes (canino, primer premolar, segundo premolar, segundo molar, tercer molar) hallaron correlación entre las etapas de maduración dental y ósea. La correlación fue variable, dependiendo del diente analizado, siendo elevada para el segundo premolar y para el canino. Observaron variaciones entre géneros ya que la maduración ósea ocurría más tempranamente en las hembras y la maduración dental en los varones. Los indicadores dentales correspondientes a períodos de crecimiento óseo rápido fueron 2/3 (F) radiculares en caninos, 1/3 (E) y formación radicular completa (G) de segundo molar para hembras y varones respectivamente. Concluyen que las etapas calcificación dental pueden ser utilizadas clínicamente como indicadores de maduración y de la ocurrencia del periodo de crecimiento puberal, con las implicaciones terapéuticas que este conocimiento permite.

Resultados similares fueron reportados para una población Turca por Uysal y Cols. en 2004. (38) Esta investigación fue realizada utilizando 500 radiografías panorámicas y carpales que fueron analizadas utilizando los métodos de Demirjian y Björk respectivamente. Hallaron correlación entre la edad dental y ósea, la cual fue mayor para los segundos molares. Destacan que la formación completa del canino y primer premolar son indicadores de la maduración que se relacionan con el pico de crecimiento puberal. La edad ósea se encontró acelerada en las hembras y la calcificación dental en los varones. El uso de la determinación de la maduración por medio de la evaluación del desarrollo dental es apropiado para el diagnóstico y plan de tratamiento ortodóncico, particularmente al considerar que en la práctica clínica, tanto ortodóncica como odontopediátrica, frecuentemente se utilizan radiografías panorámicas de diagnóstico, las cuales son

fácilmente evaluadas. La identificación de los estadios del desarrollo dental no es un procedimiento complejo, y al utilizarlo se evita mayor irradiación al paciente al no requerir la toma de radiografía carpal.

Debe tenerse en consideración que el tejido óseo y el dental provienen de diferentes orígenes embriológicos, por lo que difieren en cuanto a su control endocrino y a la sensibilidad que presentan ante las influencias ambientales. La edad dental tiene mayor correlación con la edad cronológica que con la edad ósea, por lo que es más confiable para estudios forenses o antropológicos, que para la predicción del momento ideal para tratamiento ortopédico u ortodóncico. El desarrollo dental es menos sensible que la maduración esquelética a la influencia de enfermedades sistémicas, anomalías del crecimiento, trastornos nutricionales o diferencias socio-económicas. (39)

Se han propuesto diferentes métodos para la determinación de la maduración que permita calcular la edad biológica dentro de límites aceptables de error, los cuales se describen en la sección 2.2.

2.1.4 Factores que influyen en la maduración de la dentición.

El desarrollo de la dentición se encuentra bajo una fuerte influencia genética, (40), (41) y puede estar alterado en pacientes con síndromes o enfermedades sistémicas. (26) También se han evidenciado alteraciones en el desarrollo dental en niños que han recibido tratamiento para cáncer, tanto quimio como radioterapia. (42) El momento de emergencia de los dientes permanentes puede estar influenciado por diversos factores como lo son el género (43), etnicidad (13) , (24) , (44) factores médicos, (45), (46) nutricionales, ambientales, socioeconómicos, afectivos (47) y seculares. (48), (49), (50) (51) A un nivel

individual, el momento de erupción de cada diente permanente puede verse influido por factores locales como traumatismos, caries, lesiones periapicales, terapia pulpar y pérdidas prematura del sucesor. (52), (53) (54), (55), (56), (57), (58)

Suri y Cols. (26) realizaron una revisión exhaustiva de la literatura, indicando los factores que se asocian con retardo en la erupción dental (Tabla I)

Se ha descrito que en varones con pubertad precoz, independientemente del origen (S. de McCune Albright, hiperplasia adrenal congénita, lesiones del SNC, o idiopática) la maduración ósea se ve alterada, no así la maduración dental; por consiguiente, la edad dental está en relación con la edad cronológica y retrasada con respecto a la esquelética. (59)

a. Control genético

El proceso de maduración dental tiene una fuerte contribución genética. Estudios realizados comparando la edad dental entre gemelos univitelinos y bivitelinos han corroborado esta afirmación. En 1970, Green y Aszkler (40) en un grupo de 69 pares de gemelos, compararon el desarrollo intralveolar de caninos, premolares y molares mandibulares, observado en radiografías panorámicas semestrales, utilizando el método descrito por Nolla (9). El desarrollo dental observado fue simétrico y bilateral. Al comparar las varianzas entre pares entre los gemelos univitelinos y los bivitelinos, se observó que para todos los dientes estudiados, las variaciones entre gemelos univitelinos fueron significativamente menores, al igual que las diferencias entre las etapas de formación para cada diente. Estos autores concluyen que existe un fuerte componente genético en los mecanismos que controlan el desarrollo dental intralveolar.

Tabla I Condiciones asociadas al retardo de erupción dental. Tomado de Suri y Cols. 2004 (26)

Condiciones locales	Condiciones sistémicas	*Desórdenes genéticos
Barrera mucosa, brida cicatrizal por trauma o cirugía	Nutrición	Amelogénesis imperfecta
Fibromatosis o hiperplasia gingival	Desórdenes endocrinos	S. de Apert
Dientes supernumerarios	Hipotiroidismo	S. de Carpenter
Tumores odontogénicos	Hipopituitarismo	Querubismo
Tumores no odontogénicos	Hipoparatiroidismo	Displasia condrodermal
Perlas de esmalte	Pseudihipoparatiroidismo	Displasia cleidocraneal
Trauma a los dientes primarios	Quimioterapia prolongada	Displasia dentinaria
Anquilosis de dientes primarios	Infección VIH	Mucopolisacaridosis
Pérdida prematura de dientes primarios	Parálisis cerebral	S. de Down
Falla de resorción radicular de dientes primarios	Disostoesclerosis	Disqueratosis congénita
Periodontitis apical de dientes primarios	Drogas Fenitoína	Displasia ecod[ermica
Odontodisplasia regional	Anemia	S. Ekman-Westborg-Julin
Diente primario impactado	Enfermedad Celíaca	S. GAPO
Erupción ectópica	Prematuridad/bajo peso al nacer	S. de Gardner
Deficiencia en la longitud de arco y patrón esquelético	Otras condiciones sistémicas:	Enfermedad de Gaucher
Daño por radiación	falla renal, intoxicación con metales pesados, plomo, cobalto, exposición a hipobaría	S. asociados a fibromatosis gingival
Hendidura labiopalatina	Desórdenes genéticos*	S. Laband
Displasia odontomaxilar seccional	Familiar, hereditaria	S. Murray-Puretic-Drescher
	Humo de tabaco	S. de Rutherford
	Idiopática	S. de Cross
		S. de Gorlin
		S. de Hallermann-Striff
		Hiperinmunoglobulinemia E
		Mucopolisidosis
		Incontinencia pigmenti
		Displasia fibrosa poliostótica
		S. de Menkes
		Neurofibromatosis
		Microsomía hemifacial
		Progeria
		S. de Rothmund-Thompson
		Eslerosteosis
		S. de Shokier
		S. de Sinleton-Merton
		S. de von Reckinghamen
		S. de delcción 22q11

Pelsmaekers y Cols. (41) realizaron la comparación de maduración dental en 58 pares

de gemelos y estudiando la influencia de de factores genéticos, ambientales comunes y ambientales no comunes y determinaron que hay elevada correlación de los valores de maduración dental, determinada con el método de Demirjian (2), entre gemelos univitelinos (0,93 $p < 0,01$) y en los bivitelinos (0,72 $p < 0,001$) de mismo sexo. Analizaron la contribución genética y ambiental utilizando un modelo de paridad genética, concluyendo que en la maduración dental la contribución genética estimada es de 43%; la contribución de los factores ambientales comunes es cercana al 50% (siendo estos factores las condiciones prenatales, natales y postnatales comunes, alimentación intrauterina, momento del nacimiento, nutrición y hábitos de higiene oral que influyen la formación dental); y atribuyen menos de 8% de contribución a factores ambientales no comunes.

En secciones histológicas de embriones de 15 a 58 mm, Gran y Burdi (60) hallaron que la variabilidad en las secuencias de formación dental son identificables en el período prenatal. Tanto el orden en el que ocurren los eventos de la maduración, como su velocidad relativa, exhiben considerable variabilidad, manifestándose como polimorfismo de la secuencia de calcificación y erupción dental. Existe correlación en cuanto al desarrollo (tamaño y momento de formación) de los dientes homólogos contralaterales. Los dientes mandibulares se desarrollan más tempranamente que sus homólogos maxilares, lo que puede evidenciarse prenatalmente. Los embriones de varones presentaron formación dental más acelerada que sus contrapartes hembras. Destacan el papel del “efecto de campo” en el cual los dientes del mismo grupo que son adyacentes presentan sincronía en su desarrollo. Concluyen que la variabilidad observada en la dentición postnatal tienen su origen en la existencia prenatal.

El desarrollo de la dentición, expresado en tasa de formación y en tamaño de los

dientes, tiene un determinante genético. Autores como Bailit y Cols (61) hipotetizan que la hipodoncia es una expresión extrema de falla en los genes que regulan la formación y erupción dental. Aunque en su investigación no hallaron retardo de erupción en pacientes con hipodoncia, al comparar con controles, otros autores si han descrito esta asociación. Rune y Sarnäs (62) hallaron que, en un grupo de 85 niños Suecos con hipodoncia avanzada (> de 6 dientes, también llamado oligodoncia) el tamaño de los dientes presentes era reducido y el desarrollo de los dientes permanentes retardado con respecto al grupo control. Este retardo en la formación radicular fue corroborado por van der Weide y Cols. (63) quienes hallaron, en 216 pacientes Holandeses, retardo en el desarrollo radicular en los pacientes con oligodoncia al comparar con un grupo control. El retardo fue más evidente en varones que en hembras y el diente mayormente afectado fue el segundo molar inferior, para alcanzar la formación de $\frac{1}{3}$ de raíz.

b. Factores prenatales

La relación entre el estado de nutrición materna y el desarrollo de la dentición presenta resultado disímiles en los diferentes estudios realizados. (49) Esta relación fue estudiada de forma longitudinal por Delgado y Cols. en 1975, en un grupo de 237 niños Guatemaltecos nacidos a término. En la población estudiada había malnutrición proteínico-calórica de leve a moderada, y al grupo de estudio consistió de gestantes quienes consumieron diferentes suplementos nutricionales. Los hijos de las madres que consumieron mayor cantidad de suplementos nutricionales presentaron mayor peso y mayor cantidad de dientes erupcionados en las evaluaciones de 6, 9, 12 y 15 meses postnatales. Esto sugiere que el estado nutricional de la gestante ejerce influencia en el

desarrollo postnatal de la dentición medida a través de la emergencia dental.

El ambiente intrauterino tiene efecto determinante en el desarrollo del feto. El Síndrome de Alcoholismo Fetal (SAF) consiste en un conjunto de anomalías multisistémicas (microcefalia, micrognacia, hipoplasia maxilar, características faciales típicas, disfunción del SNC con retardo mental, deficiencia de crecimiento natal y postnatal, anomalías cardiovasculares y esqueléticas) causadas por el consumo excesivo de alcohol durante el embarazo. (64) Estos autores compararon el desarrollo dental y esquelético de 90 niños con SAF con un grupo control pareado en cuanto a edad, género, etnicidad y estrato socioeconómico, en Sur África. Hallaron que en el grupo de pacientes con SAF, las hembras presentaban maduración esquelética acelerada con respecto a los varones, y los varones maduración dental acelerada con respecto a las hembras. El retardo en el desarrollo dental fue calculado al restar la edad estimada según Demirjian (2) de la edad cronológica conocida. Esta diferencia no presentó diferencias entre las hembras con SAF y sus controles, pero fue significativamente menor en los varones con SAF que en sus controles, determinando que los primeros presentaron retardo en el desarrollo de la dentición. Estos autores concluyen que en pacientes con SAF, el desarrollo dental presenta asociación positiva con el desarrollo esquelético y que la edad esquelética fue significativamente menor a la edad cronológica.

c. Factores neonatales

La prematuridad, tanto por semana de gestación (≤ 36 semanas) como por bajo peso al nacer (< 2500 grs), tiene influencia en el desarrollo de la dentición. La erupción de dientes primarios en infantes prematuros sanos es cronológicamente normal, pero en prematuros

con muy bajo peso al nacer, (<1500 grs) o nacidos antes de la semana 30 de gestación tienen elevado riesgo de presentar retardo de erupción de los dientes primarios y de los dientes permanentes, así como defectos estructurales del esmalte, dilaceraciones y distorsiones anatómicas del paladar. (45), (46), (65)

El retardo de erupción de dientes primarios está asociado con las complicaciones neonatales, en particular con el período de ventilación mecánica o con trastornos nutricionales. Viscardi y Cols. (46) corroboraron esto al estudiar 35 niños prematuros. Observaron la edad de emergencia de los dientes primarios, la cual estuvo significativamente retardada en niños con peso al nacer <1000 grs o nacidos en la semana ≤ 30 y que este retardo se relaciona con las complicaciones neonatales, duración de intubación oral, factores nutricionales como el momento en el cual se logra alimentación enteral, edad a la que se administran suplementos vitamínicos y al incremento diario de peso. De todos estos factores, la duración de la intubación fue el más resaltante.

La edad dental en niños prematuros ha sido relacionada con la edad calculada a partir de la concepción en lugar de la edad desde el momento del nacimiento y hay autores que indican que al hacer esta diferenciación se demuestra que no hay retardo de erupción. (65) Seow y Cols. estudiaron 153 prematuros con muy bajo peso (<1500 grs), bajo peso (1500-2500 grs) y peso normal (>2500 grs) y hallaron que, con respecto a la edad cronológica hubo retardo de erupción, estadísticamente significativo, mientras menor fue el peso al nacer. Esta diferencia se observó hasta los 18 meses. Estos autores realizaron la corrección de la edad utilizando la edad desde la concepción, con respecto a la cual no se detectó retardo de erupción.

La dentición permanente también presenta retardo en la maduración en pacientes con muy bajo peso al nacer (<1500 grs), la cual se hace menos evidente al aumentar la edad, hasta los 9 años de edad, momento en el cual se equipara con el desarrollo de los dientes del grupo control. El mayor retardo se observó en los niños con peso al nacer <1000 grs o nacidos en la semana ≤ 30 . (45)

La mayor implicación clínica de este retardo del desarrollo dental se relaciona con el tratamiento ortodóncico. El momento en el cual se realiza tratamiento de ortodoncia interceptiva, particularmente el uso de aparatos de ortopedia funcional, debe planificarse de acuerdo al estado de maduración y de crecimiento, particularmente antes de los 9 años de edad. (45)

d. Nutrición

La relación entre el estado nutricional y el desarrollo de la dentición no es del todo clara. Hay estudios que establecen correlación entre la desnutrición y retardo del desarrollo dental, mientras que otros sostienen que no hay tal relación. (49) En niños nacidos a término, a mayor peso natal, hay mayor cantidad de dientes erupcionados en los controles trimestrales posteriores. El crecimiento postnatal presentó correlación positiva, aunque débil, con el número de dientes primarios erupcionados. Los autores concluyen que el crecimiento postnatal influye sobre la erupción de los últimos dientes primarios en emerger, mientras que el estado nutricional materno influye en el momento de emergencia de los primeros dientes primarios.

En el estudio realizado por Infante y Owen (48) se halló que los niños con menor talla, menor peso y menor circunferencia cefálica, presentaban menor cantidad de dientes

primarios emergidos. Estos autores explican que tanto la talla y el peso están fuertemente influenciados por el estado nutricional y que la circunferencia cefálica y el desarrollo cerebral se encuentran reducidos en niños desnutridos. Al existir correlación de estos factores con el número de dientes primarios erupcionados, el retardo de erupción puede ser un factor que ayude a identificar retardo de desarrollo por enfermedades nutricionales.

Flores-Mir y Cols. publicaron en 2005 (50) una investigación en la cual se estudiaron la relación del desarrollo dental y esquelético con talla reducida, en un grupo de 280 niños peruanos. La talla reducida es considerada un indicador de malnutrición crónica, y se determina al medir la altura del niño y comparar con las tablas apropiadas para su edad. La edad esquelética fue determinada con el estudio del MP3 de la mano izquierda, método de Hägg y Taranger (31), el nivel de maduración esquelética (considerada como adelantada, normal o retrasada dependiendo de la media de la edad y las desviaciones estándar) y la edad dental por medio de la formación radicular del canino mandibular. La edad ósea y la edad dental estuvieron correlacionadas con el nivel de maduración esquelética. Estos autores no hallaron asociación entre la talla reducida y alteraciones de la maduración ósea ni el desarrollo dental.

En contraposición a lo anteriormente expuesto, Espina de fereira y Cols. en 2007 (3) publicaron un estudio en el cual evaluaron la maduración ósea y dental de 60 niños Venezolanos, del Estado Zulia. Compararon 30 niños sanos con 15 desnutridos y 15 obesos. La edad dental y ósea fue mayor en los niños con elevada talla y peso y menor en los individuos con baja talla y peso, en comparación con controles de la misma edad cronológica y sexo, aunque sin significación estadística.

Vallejo y Cols (47) compararon la edad dental de un grupo de niños institucionalizados con privación afectiva, con un grupo control. Los niños institucionalizados presentaron desarrollo dental retrasado, tanto con respecto a su edad cronológica como con respecto al grupo control; lo que puede ser una manifestación del retraso de desarrollo general que presentan. El maltrato infantil, en particular la privación afectiva y la negligencia, producen secuelas en el desarrollo psicológico y físico. El crecimiento lento y la talla final inferior al resto de la población se relaciona con disminución en la hormona de crecimiento, lo cual puede afectar igualmente la maduración de la dentición. Este hecho reviste importancia, ya que, desde el punto de vista legal, el odontólogo tiene la responsabilidad de reportar aquellos casos sospechosos de maltrato infantil. Igualmente, se debe considerar que al planificar el tratamiento odontológico del niño con síndrome de maltrato, el desarrollo de la dentición será más lento que el esperado para la media de la población.

e. Factores ambientales locales: caries, pulpotomía y pérdida prematura de dientes primarios

Los efectos de las injurias ambientales sobre la tasa de formación radicular y el movimiento eruptivo de los dientes permanentes fueron determinados en niños con pérdida prematura de molares primarios debido a caries, presentando algunos de ellos también abscesos dento-alveolares, en diferentes edades (4 hembras y 4 varones con edades de 4 a 9,5). (52) En 1962, Fanning midió, de forma longitudinal, la formación radicular y los movimientos eruptivos de premolares, cuyos molares primarios antecesores habían sido extraídos tempranamente por caries y en los que los homólogos contralaterales fungieron de diente control. Para todos los casos, el premolar no tuvo cambios en la tasa de

formación radicular e inicialmente se observó un pequeño pico en el movimiento eruptivo. Si la exodoncia del molar primario era realizada antes de que el premolar sucesor hubiera formado la corona completa, se observó un breve pico eruptivo seguido de un periodo estacionario prolongado que producía un retardo de erupción en comparación con el diente control. En el caso de exodoncias más tardías, cuando el premolar ya tenía formación radicular, el movimiento eruptivo observado fue acelerado.

Igualmente, la presencia de destrucción ósea por infección asociada a patologías pulpares necróticas, se relacionó con el movimiento eruptivo acelerado del premolar, y su emergencia temprana sin formación radicular. La pérdida prematura de molares primarios favorece el acortamiento del perímetro de arco por migración mesial del primer molar permanente, por lo que, si el segundo molar mandibular fue extraído, el segundo premolar presentó impactación. (52)

La alteración de la erupción producida por extracciones tempranas de dientes primarios dificulta la obtención de una correcta edad dental, utilizando métodos clínicos de emergencia o erupción dental, en estos pacientes.

En la ortodoncia interceptiva, con frecuencia se realizan tratamientos de exodoncias guiadas (de dientes primarios) y seriadas (incluyendo dientes permanentes) con la finalidad de promover la correcta alineación de los dientes permanentes. La decisión del momento de extracción de los molares primarios depende de la formación radicular que presente su sucesor (de $2/3$ a $3/4$), para poder influir en la aceleración de la erupción del mismo. (52)

Al estudiar la secuencia de erupción, Adler en 1963 (54) demostró que en los dientes permanentes es influenciada por la prevalencia de caries en la dentición primaria.

Particularmente, la exodoncia temprana de los dientes primarios puede provocar una influencia aceleradora del diente permanente sucesor, dependiendo de la edad del paciente.

La realización de pulpotomías en molares primarios fue relacionada por Lauterstein y Cols. en 1962 con la erupción precoz del diente sucesor. (53) Señalan que no puede diferenciarse si esta aceleración en la erupción se debe al tratamiento como tal o a la infección pulpar previa.

En odontología pediátrica, el uso de mantenedores de espacio en los casos con pérdidas prematuras es de suma importancia para evitar pérdida de perímetro de arco y la creación de discrepancia negativa. (52)

Korf, en 1965, (55) describió que el momento, la secuencia y la posición de erupción de los incisivos centrales se veía afectada por la pérdida prematura de sus predecesores. Comparó la velocidad de erupción de 10 incisivos centrales superiores, cuyos predecesores fueron perdidos por trauma o infección por caries, con sus homólogos no afectados. El 90% de los casos presentó retardo de erupción, con un promedio de 15 meses; además de presentar una posición más labial. Por lo tanto, concluye que en el sector anterior, las pérdidas prematuras de dientes primarios alteran la secuencia de erupción.

En este sentido, Haralabakis y Cols. en 1994 (57) destacan que al evaluar las radiografías panorámicas de 1245 niños griegos, observaron estrecha correlación entre el grado de resorción de dientes molares y caninos primarios y el desarrollo radicular y erupción de sus sucesores. Hallaron que la erupción de premolares ocurre con una formación radicular de 2/3 o 3/4 y que la presencia de caries, necrosis pulpar y pulpotomía

del diente primario aceleraba su resorción radicular y producía un adelanto en la erupción del diente permanente sin influir en la tasa de formación radicular del mismo.

Evaluando con mayor exactitud la influencia de la presencia de caries en dientes primarios sobre la secuencia de erupción de los dientes sucesores, en 2009 Leroy y Cols. (58) publicaron los resultados del estudio longitudinal realizado por 6 años en 4468 niños Belgas en los que observaron que la secuencia de erupción de los dientes permanentes se altera cuando hay experiencia de caries, sin que se hayan realizado exodoncias. Cuando hay caries en los molares primarios, ocurre la erupción más temprana de los sucesores permanentes. Esto debe tenerse en consideración para la planificación integral del manejo de la guía de oclusión.

En contraposición a los estudios anteriormente citados, en cuanto a la longitud radicular total, Brin y Koyoumdijsky-Kaye en 1981 (56) estudiaron de forma longitudinal el desarrollo dental de los premolares sucesores de dientes primarios extraídos por caries en 30 pacientes Israelíes. En su grupo de estudio observaron que la longitud radicular total de los premolares estuvo reducida en los casos donde hubo extracción del diente sucesor en comparación con el control contralateral, especialmente para hembras y cuando la extracción se realiza antes de los de 8 años.

2.2 MÉTODOS RADIOGRÁFICOS DE DETERMINACIÓN DE MADURACIÓN DENTAL

El uso de radiografías panorámicas es de beneficio incuestionable para la estimación de la maduración dental ya que permite evaluar de manera proporcional el desarrollo del germen dental y su forma. Los métodos más utilizados no pretenden medir las dimensiones de los gérmenes dentales, por lo que puede desestimarse el error que se produciría por magnificación o elongación de la imagen, así como por la proyección geométrica de la misma. (19) Las radiografías panorámicas están indicadas para pacientes pediátricos, en los que se desee evaluar el desarrollo de la dentición, (66), (67) por lo que pueden realizarse estudios poblacionales utilizando los datos allí observados.

La utilización de radiografías panorámicas para la estimación de edad dental se hace principalmente tomando en consideración la forma y proporción de los gérmenes dentales. Sin embargo, con el uso de radiografías panorámicas de elevada calidad y de procesos de digitalización, es posible la implementación de estudios cualitativos en los que mediciones verticales y horizontales pueden realizarse de forma confiable, aplicando factores de corrección para la magnificación de la imagen. (68)

La precisión de cualquier método de predicción de edad dental, en la que la edad estimada se acerca a la edad cronológica real, depende de múltiples factores. En los métodos cuantitativos puede ser asegurada al seleccionar radiografías de elevada calidad en las cuales puedan observarse claramente y de forma definida todas las estructuras a evaluar. Cada método de estimación es tan bueno como la base de datos sobre los cuales se basa. (68)

2.2.1 Estudios del Patrón de Crecimiento Dental de Schour y Massler

Schour y Massler (7) (8) propusieron en 1940 la descripción detallada de los distintos estadios de la calcificación dental, tanto para dientes primarios como permanentes. Estos autores plantean que la calcificación de las estructuras dentales, dentina y esmalte, ocurren por aposición de capas incrementales a partir de centros de crecimiento.

Estos autores describen las etapas de la formación de cada diente, desde el momento de la odontogénesis. Su propuesta se basa en observaciones histológicas y radiográficas, explicando que la evidencia radiográfica del estadio de formación dental indica un estadio más tardío que los cortes histológicos, por basarse en la detección de la densidad del tejido calcificado.

La elaboración de las tablas en forma de dibujo esquemático, que reflejan 20 etapas de la formación dental, son un enfoque tipo atlas que ha sido de mucha utilidad en la estimación de la edad dental. (6)

La cronología y secuencia del crecimiento aposicional ocurre en diferentes edades, con patrones regulares. Se pueden agrupar, según el comienzo de este proceso, a los diferentes dientes:

- Grupo I (prenatal): 4 a 6 meses de vida intrauterina, comienza la calcificación secuencial de dientes primarios
- Grupo II (1^{er} año, Infancia): primer molar e incisivos permanentes
- Grupo III (2^{do} año, Infancia temprana): Ocurre una pausa y luego comienza a calcificarse el grupo de los premolares cerca de 1 ½ a 3 años de edad.
- Grupo IV: Ocurre una pausa para luego comenzar la calcificación de los

terceros molares cerca de los 7 años de edad.

Estos autores realizan el análisis de las líneas incrementales de las estructuras calcificadas del diente y relacionan algunas condiciones sistémicas con los defectos estructurales de los mismos.

El aporte más universal de esta serie de artículos es la elaboración de dibujos esquemáticos (Fig. 1) que sintetizan el proceso de calcificación observable en radiografías, así como la posición relativa de los gérmenes de dientes primarios y permanentes en los maxilares, desde el comienzo del proceso aposicional hasta la culminación de la erupción de la dentición permanente. Estas tablas son de gran utilidad para el clínico ya que permiten la identificación rápida de la edad dental al observar la cantidad de formación dental y posición de los gérmenes para cada caso.

Entonces, con el uso de la radiografía panorámica es posible la determinación de la edad dental utilizando las tablas propuestas por Schour y Massler. La ventaja de la determinación de la edad dental por medio del uso de estas tablas radica principalmente en la facilidad con la cual el clínico pueda comparar, de forma global, el desarrollo y posición de los gérmenes dentales observados en la radiografía con el diagrama esquemático que más se asemeje en la tabla.

La desventaja de este método es que es poco sensible y específico, por lo que no distingue entre la cantidad formación del germen como tal y la posición que éste ocupa en el maxilar y en relación con los demás gérmenes dentales.

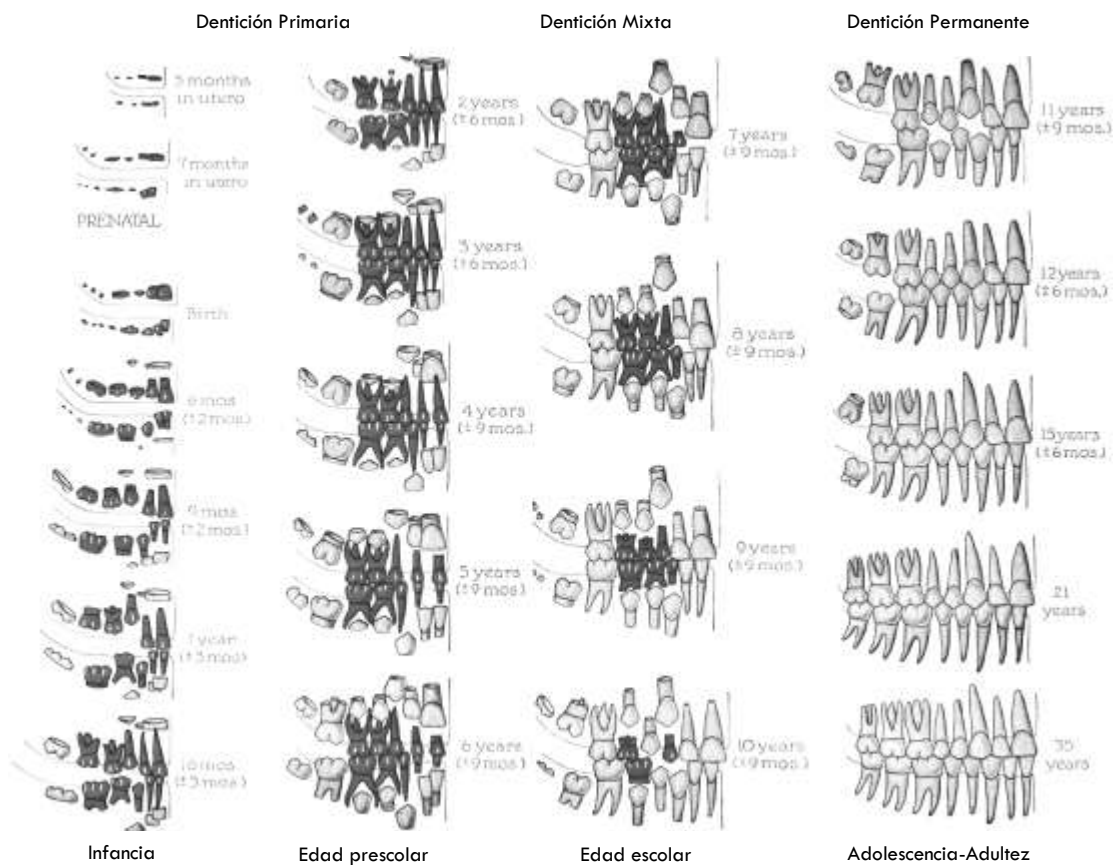


Fig. 1. Adaptación de las tablas de desarrollo dental de Schour y Massler (7) (8)

Al realizar la revisión de literatura más reciente, no hay estudios epidemiológicos publicados en que sea utilizado este método para la determinación de edad dental, por lo que su validez para diferentes poblaciones no ha sido determinada. A pesar de la facilidad aparente con la que este método permite la estimación de la edad dental, no ha sido probado como método universal de aplicación en diferentes poblaciones.

Es, sin embargo, una referencia de utilidad clínica y terapéutica, por la simplicidad con la que puede realizarse la estimación de la maduración dental.

2.2.2 Desarrollo de los dientes permanentes descrito por Nolla

El primer estudio longitudinal, realizado de manera sistemática sobre la calcificación y maduración de la dentición permanente mediante métodos radiográficos es el realizado por Carmen Nolla en 1960 (9). Esta autora destaca que la maduración dental, medida a través de la apreciación de la calcificación de los gérmenes en imágenes radiográficas tomadas a diferentes edades, permite la realización de un índice de determinación de edad dental y contribuye a la evaluación del organismo como un todo. El desarrollo dental no es un proceso aislado, sino que está relacionado con otros procesos de desarrollo corporal, y presenta menor variabilidad que la erupción dental.

En su revisión de la literatura, Nolla destaca que los estudios previos habían sido realizados por otros investigadores utilizando cortes histológicos, observación y radiografías de material de autopsia. Cita a Todd (69) quien señala que un niño fallecido es un niño con un defecto en el que ha ocurrido la interrupción del crecimiento y desarrollo en algún momento antes de la muerte, a menos que ésta haya sido producto de una enfermedad aguda o de un accidente, hecho que debe tomarse en consideración al evaluar estos cráneos. Para investigar individuos sanos, debe analizarse a los vivos. Por ello, la evaluación radiográfica toma especial importancia.

Este es el primer estudio longitudinal y sistemático de cuantificación de la maduración de cada diente y, mediante la aplicación de cálculos basados en una muestra, la elaboración de estimaciones de edad basada en evidencia. (70)

Nolla (9) propuso los diferentes estadios del desarrollo de dientes permanentes y su relación con la maduración somática. La muestra de trabajo estuvo conformada por 25

varones y 25 hembras, a quienes se le realizaron radiografías anuales hasta completar un total de 1746 de los varones y 1656 radiografías de las niñas. Utilizó radiografías extraorales laterales derecha e izquierda, intraorales oclusales superior e inferior e intraorales periapicales de todos los molares. Las radiografías fueron obtenidas de los archivos de los Laboratorios de Desarrollo de la Infancia de la Universidad de Michigan. Cada observación fue realizada dos veces.

Elaboró un sistema de 11 estadios de maduración para cada diente, entre el 0 o ausencia de datos de calcificación del germen dental hasta el 10 que indica cierre apical completo (Fig. 2)

Para determinar el grado de desarrollo de cada diente se comparó su imagen con la figura comparativa que esté más próxima posible. Si el dato radiográfico se encuentra entre dos grados, se le asigna el menor de los dos agregándole 0,5. Cuando la imagen radiográfica es ligeramente más grande se agrega 0,2 y si se aproxima mucho al valor siguiente se le suma 0,7.

El primer signo radiográfico de formación dental es la aparición de una imagen radiolúcida circunscrita en el hueso, la cripta dental, a la cual se le asigna el valor de 1. El siguiente cambio observable es el inicio de la calcificación de estructuras triangulares de las cúspides, al que se le asigna el valor 2. Posteriormente, el contorno de la pulpa dental y el crecimiento radicular permiten observar el proceso de maduración y asignar los valores correspondientes a cada etapa.

Observó que no hay diferencia significativa de los estadios de maduración entre los lados derecho e izquierdo, por lo que los valores de un lado son representativos de los

valores del lado contrario.

Nolla estableció gráficos de maduración representativos a los valores promedios de maduración para cada diente, colocando el dibujo de la etapa de desarrollo como variable dependiente, y la edad expresada en meses como variable independiente. (Fig. 3)



Fig. 2. Etapas de la calcificación dental según Nolla (9)

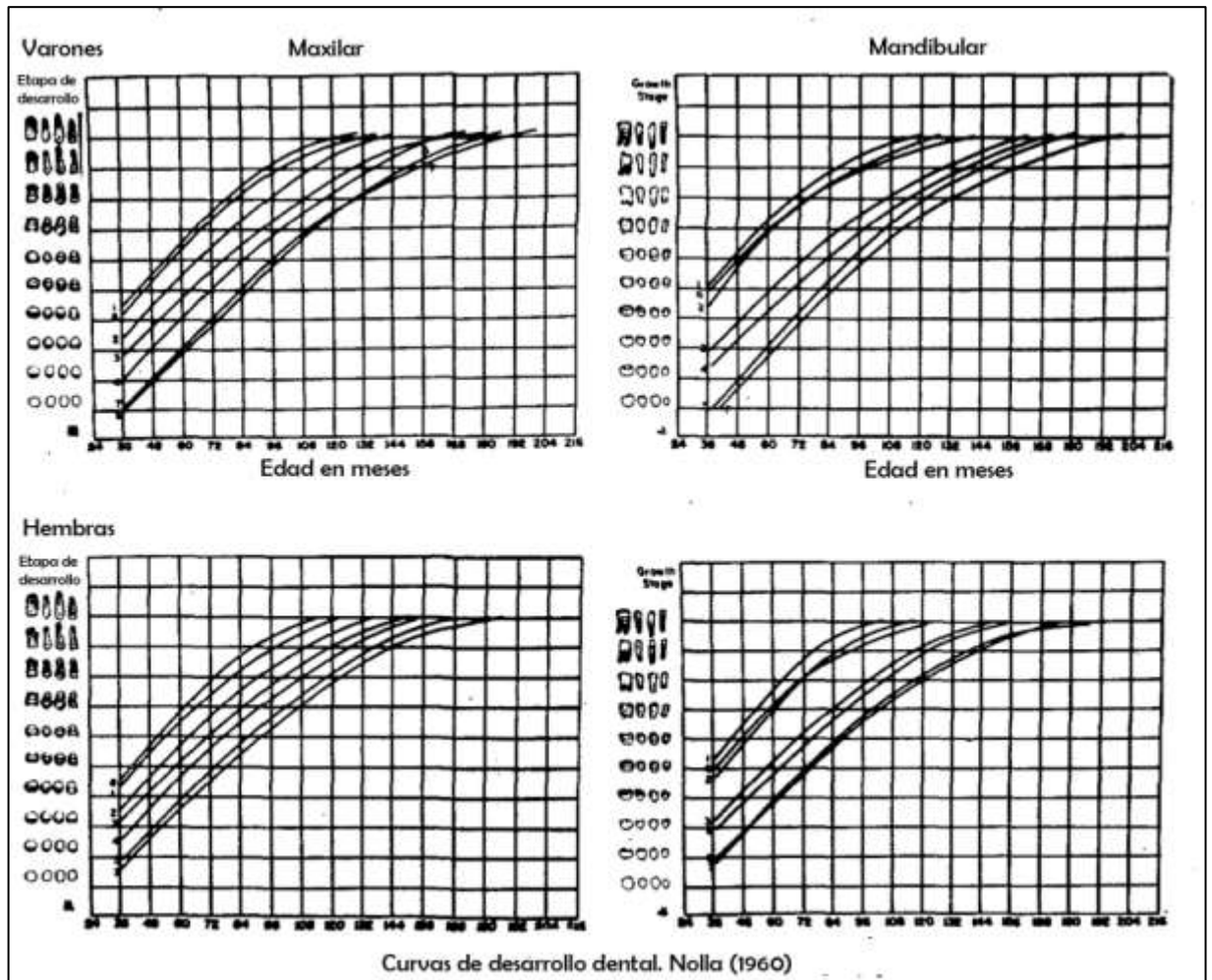


Fig. 3. Curvas de desarrollo dental para varones y hembras. Tomado de Nolla (9)

La interpretación de estas curvas sugiere que el tipo de crecimiento en general, observado para cada diente fue similar, y que la ecuación matemática que puede describir el tipo de crecimiento está representada por una función algebraica cuadrática $y = (ax^2 + bx + c)$. Las hebras demostraron iniciar y culminar el desarrollo dental más tempranamente que los varones.

A partir de los datos obtenidos, Nolla sumó el valor asignado a cada diente,

obteniendo para cada edad una puntuación directa de suma total de los dientes mandibulares y maxilares, incluyendo o no los terceros molares. Esos valores los expresó en tablas recopilatorias. (Tabla II) También elaboró tablas con la media de formación dental para cada diente en función de la edad cronológica, para hembras y varones. (Tabla III)

Estas tablas permiten comparar la edad dental de cada paciente y conocer si la misma está adelantada o retrasada con respecto a la norma. Para facilitar la aplicación clínica, graficó el resultado de la sumatoria de etapas de desarrollo de los dientes en relación con la edad en años. (Fig. 4) Debe entenderse que la variabilidad en el desarrollo dental se presenta de forma individual y que hay diferencias entre los niños en un momento determinado.

El sistema desarrollado por Nolla ha sido probado en algunas poblaciones, con resultados variables. Sin embargo, la esquematización y asignación de valores a cada etapa de la dentición es de utilidad clínica para el estudio de la calcificación y maduración dental.

Tabla II Sumatoria de los valores asignados a cada diente, con excepción de los terceros molares, para cada edad cronológica propuesta por Nolla, 1960. (9)

Varones			
Edad	Suma 7 dientes Mandibulares	Suma 7 dientes Maxilares	Suma 14 dientes Ambas hemiarquadas
3	22,3	18,9	41,2
4	30,3	26,1	56,4
5	37,1	33,1	70,2
6	43,0	39,6	82,6
7	48,7	45,5	94,2
8	53,7	50,8	104,5
9	57,9	55,5	113,3
10	61,5	59,5	121,0
11	64,0	62,6	126,6
12	66,3	65,3	131,6
13	67,8	67,3	135,1
14	69,0	68,5	137,5
15	69,7	69,3	139,0
16	70,0	70,0	140,0
17	70,0	70,0	140,0
Hembras			
Edad	Suma 7 dientes Mandibulares	Suma 7 dientes Maxilares	Suma 14 dientes Ambas hemiarquadas
3	24,6	22,2	46,8
4	32,7	29,6	62,3
5	40,1	37,9	78,0
6	46,6	43,4	90,0
7	52,4	49,5	101,9
8	57,4	54,9	112,3
9	58,4	59,6	118,0
10	64,3	63,4	127,7
11	66,3	64,0	130,3
12	67,9	67,8	135,7
13	68,9	69,2	138,1
14	69,4	69,7	139,1
15	69,8	69,8	139,6
16	70,0	70,0	140,0
17	70,0	70,0	140,0
Sumatoria de los siete dientes de cada hemiarquada obtenida con el Método de Nolla (Nolla, 1960)			

Tabla III Media de la etapa de formación para cada diente según la edad cronológica descrita por Nolla, 1960. (9)

Varones																
Edad dental (años)	Dientes inferiores (etapa de crecimiento)							Dientes superiores (etapa de crecimiento)								
	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	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	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	4.0
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
Hembras																
Edad dental (años)	Dientes inferiores (etapa de crecimiento)							Dientes superiores (etapa de crecimiento)								
	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
Normas de maduración de los dientes permanentes (Nolla, 1960)																

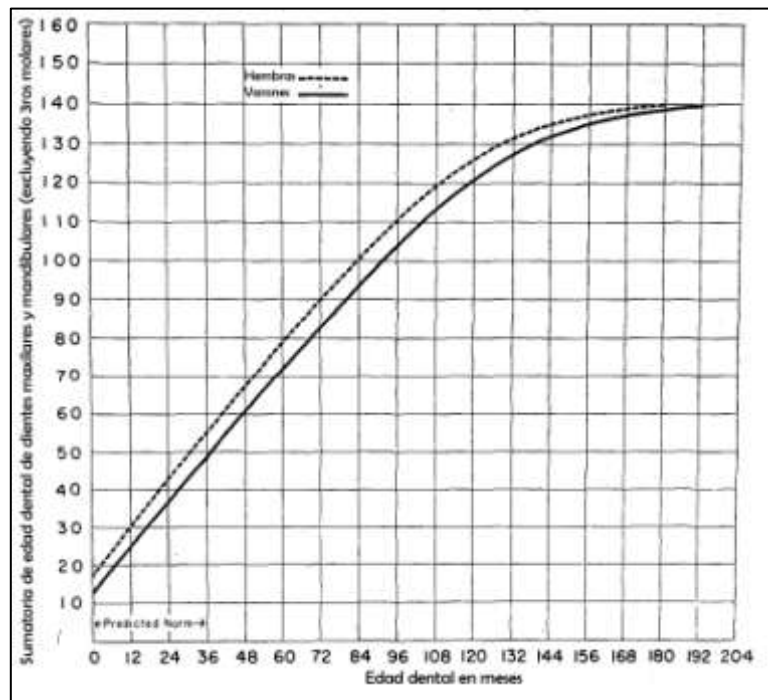


Fig. 4. Curva de edad dental (sumando dientes maxilares y mandibulares, a excepción de 3ros molares) Nolla (9)

2.2.3 Variación según la edad para los estadios de formación de diez dientes permanentes propuesta por Moorrees, Fanning y Hunt.

En 1963, Moorrees, Fanning y Hunt (1) publicaron los resultados de la investigación según la cual realizaron el cálculo del estadio de formación que debe presentar el diente, para una determinada edad cronológica.

El objetivo de su investigación fue determinar las normas de la formación de diez dientes permanentes (incisivos maxilares y todos los dientes mandibulares), utilizando catorce etapas del desarrollo dental seleccionadas de forma arbitraria. El resultado de esta

investigación permitiría describir el proceso de desarrollo dental, proponiendo valores estandarizados que permitan evaluar el retardo o adelanto comparativo para casos individuales (Fig. 5).

Estos investigadores utilizaron registros radiográficos de dos grupos de estudio. Los incisivos fueron evaluados en las radiografías intraorales de 134 niños pertenecientes al grupo de estudio de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard (Boston) y los molares inferiores fueron evaluados en radiografías extraorales latero-mandibulares de 346 niños pertenecientes al grupo de estudio del Instituto de Investigación de Fels (Ohio). No fueron evaluados dientes maxilares posteriores por la superposición radiográfica con ésta técnica.

Los estadios de formación dental fueron divididos de acuerdo a la cantidad de corona o raíz formada, en catorce etapas (Fig. 5). La confiabilidad de la determinación de cada etapa fue previamente evaluada, obteniendo concordancia para los molares de 90% y para los incisivos de 75%.

La frecuencia porcentual acumulada para cada estadio de formación se obtuvo al dividir la cantidad de niños de una edad que habrían completado la etapa determinada entre el total de niños de esa misma edad. También fueron realizados cálculos logarítmicos para aproximar la edad de concepción de cada paciente y poder realizar regresiones aritméticas para las etapas de formación. Se obtuvo la desviación estándar de manera ponderada para la obtención de cada etapa de cada diente. Al promediar estos estimados, se obtuvo la edad cronológica para cada etapa del desarrollo con desviaciones estándar de 1 y 2 años (mayor o menor).

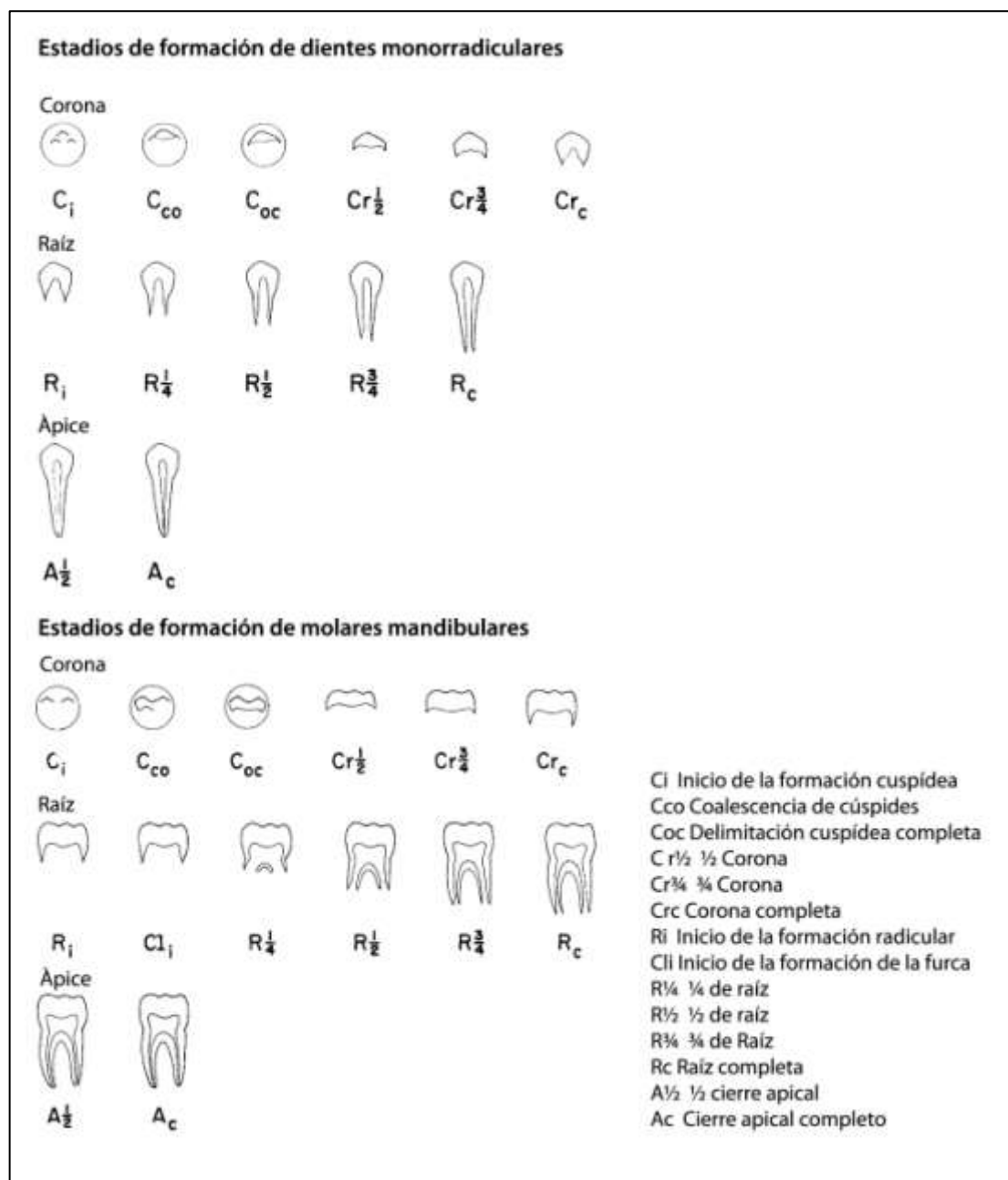


Fig. 5. Estadios de la formación dental según Moorrees, Fanning y Hunt (1)

Los resultados obtenidos fueron presentados gráficamente, de manera de poder observar la formación de cada diente. Estos gráficos permiten la comparación de la formación dental individual de cada paciente, en relación con su edad cronológica (Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9). En la parte superior e inferior de cada gráfico se encuentra una escala gradada que representa la edad. Entonces, se realiza una línea horizontal coincidente con la edad cronológica del paciente. Esta línea intersectará en un punto determinada a cada una de las líneas horizontales que representa el estadio de formación de cada diente. Se compara el estadio de desarrollo que presenta el diente del paciente con el lugar en que intersecta, determinando si coincide con la media para esa edad o si se encuentra en una o en dos desviaciones estándar. Si el diente evaluado se encuentra a una o menos de una desviación estándar se considera que hay buena concordancia entre el desarrollo del diente y la edad cronológica.

Cuando hay duda acerca de la etapa exacta en la que se encuentra el diente, el observador deberá acercar el cálculo a la etapa más similar a la observada o podrá realizar una evaluación ponderada tomando en cuenta ambas etapas.

Según las observaciones de estos investigadores, el intervalo de tiempo que transcurre para completar la formación de las coronas dentales de los premolares fue de 3,1-3,4 años, de caninos 3,5 años, de primeros molares 2,1 años y de segundos y terceros molares 2,8 años; siendo similar entre géneros. El intervalo promedio para la formación radicular es variable entre géneros, siendo de 3,3 años para incisivos superiores, 3,6 para el primer molar, 4,8 para el segundo molar y 4,5 para el tercer molar.

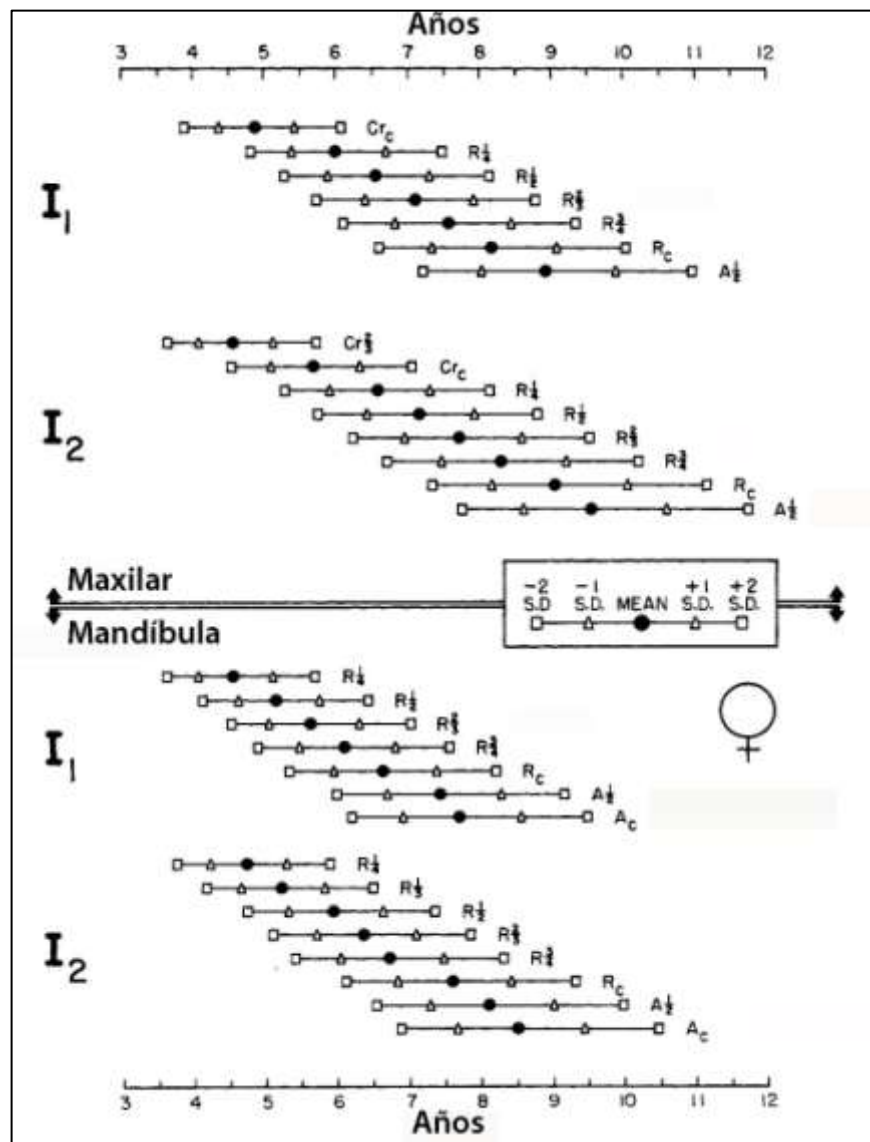


Fig. 6. Edad de formación de los incisivos maxilares y mandibulares en pacientes femeninas según Moorrees, Fanning y Hunt. (1)

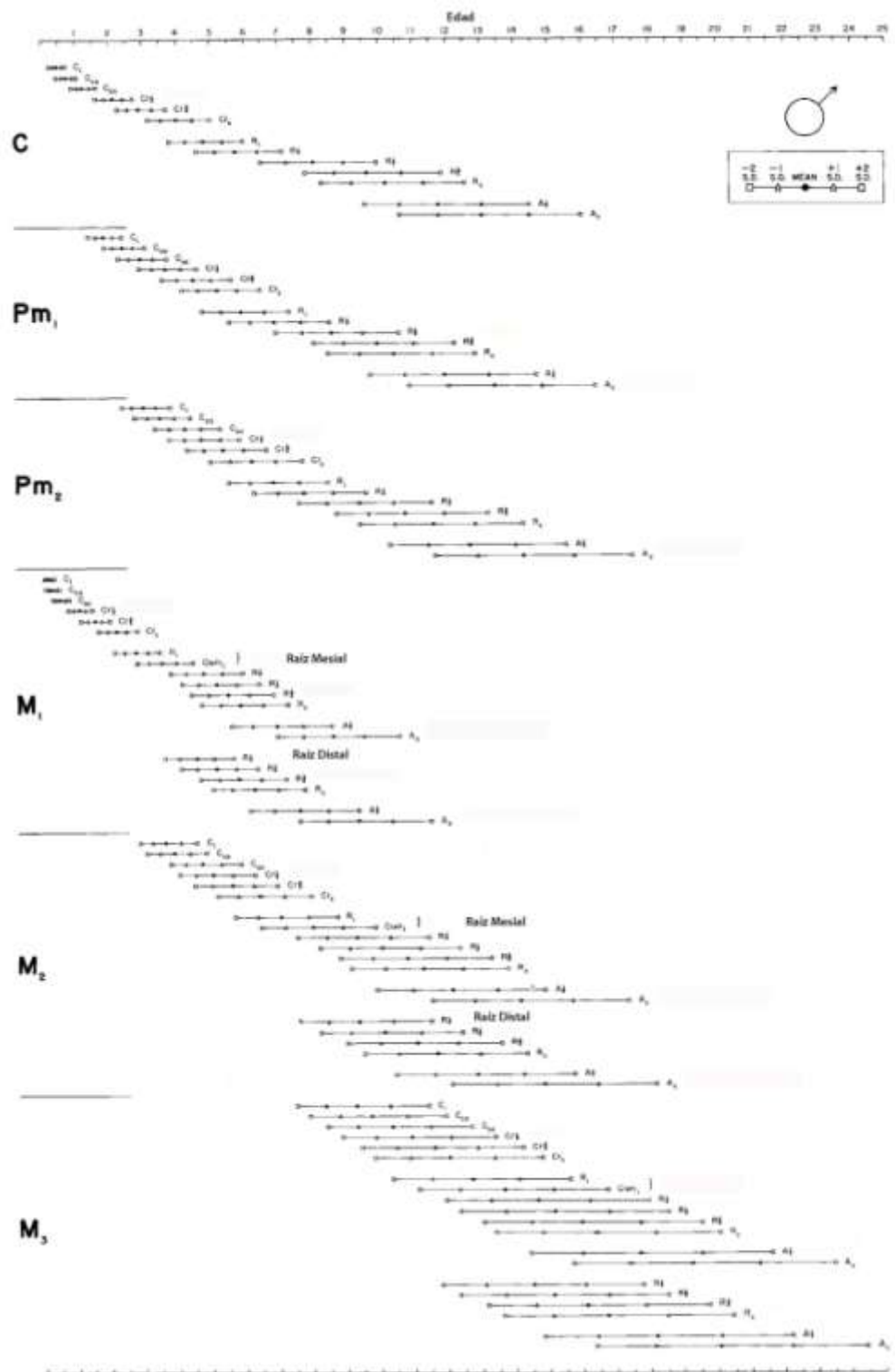


Fig. 8. Edad de formación de los molares mandibulares en pacientes masculinos según Moorrees, Fanning y Hunt. (1)



Fig. 9. Edad de formación de los molares mandibulares en pacientes femeninas según Moorrees, Fanning y Hunt. (1)

Ahora bien, en la práctica, el uso de tablas para determinar la maduración dental de un individuo en particular puede presentar diversos problemas derivados de los siguientes factores:

- La aplicabilidad de las normas establecidas en estas tablas para individuos pertenecientes a otras poblaciones no ha sido determinada. Es posible que diferentes grupos poblacionales presenten variaciones en la cronología o en el patrón de desarrollo dental.
- Cada individuo puede presentar variaciones en la tasa de desarrollo de cada diente en particular.
- La experiencia que tenga el observador para identificar correctamente la etapa de formación de cada diente es determinante. Debe destacarse que los estadios descritos para esta metodología son fácilmente identificables y la uniformidad en su identificación ha sido demostrada.
- Es esencial la toma de radiografías óptimas que presenten mínima distorsión de las estructuras dentales. Las radiografías de los incisivos, previa su emergencia, requieren una buena técnica y la longitud radicular de los molares es observada mejor en radiografías latero-mandibulares.
- La disponibilidad de registros radiográficos de diferentes edades para cada paciente, de manera de tener patrones de referencia individuales. Para lograr precisión en la determinación del desarrollo dental, es necesario tener a disponibilidad una serie de registros radiográficos de un mismo individuo,

en lugar de un registro único aislado.

- El período de tiempo que transcurre entre las diferentes etapas del desarrollo dental dificulta la clasificación del estadio. En raras ocasiones el diente observado se encuentra exactamente en un estadio de desarrollo descrito, sino más bien se encuentra más cercano a alguno de los estadios de desarrollo esquematizados. La experiencia del observador determinará si ubica al estadio en una etapa intermedia o si lo acerca a aquél estadio que sea inmediatamente más próximo.

Por lo anteriormente expuesto, los investigadores recomiendan que la utilidad de este método para la determinación de maduración dental sea evaluada en otros grupos de estudio para determinar su universalidad. (1)

2.2.4 Un nuevo sistema para la determinación de edad dental propuesto por Demirjian

En 1973, Demirjian, Goldstein y Tanner (2) propusieron un método para la determinación de la maduración dental que combina la evaluación radiográfica del desarrollo de los dientes mandibulares izquierdos, atribuyendo un valor ponderado a cada uno de ellos, para calcular la edad dental.

La investigación realizada por estos autores tiene como objetivo proponer un método de estimación de maduración de edad dental basada en la asignación de valores ponderados para cada etapa del desarrollo de la dentición de cada diente de la hemimandíbula izquierda

(Fig. 10), que luego son sumados y convertidos directamente en la edad dental al utilizar la tabla estandarizada (Tabla IV).

Fueron analizadas 2.928 radiografías panorámicas de pacientes franco-Canadienses sanos, sin agenesias dentales, con edades comprendidas entre 2 y 20 años de edad, atendidas en el Hospital Ste. Justine y el Centro de Crecimiento de Montreal, Canadá.

Se analizaron radiografías panorámicas ya que son de más fácil realización y producen menor radiación. Esto constituye una ventaja para este método en comparación con los anteriores, ya que, en la actualidad este es estudio radiográfico que se realiza de rutina. La imagen puede tener una distorsión el 3% al 10%, pero esto no afecta el sistema de evaluación propuesto, ya que el mismo se basa en la identificación de morfología y la utilización de valores relativos y no en el análisis de longitud absoluta. Hubo desacuerdo entre los cuatro observadores en menos del 10% de los casos.

Los autores compararon los resultados y las desviaciones estándar que se obtenían al realizar el cálculo de edad dental utilizando catorce dientes mandibulares versus siete dientes izquierdos. Determinaron que existe simetría en el desarrollo dental entre ambas hemiarcadas, por lo que el sistema de análisis de 7 dientes fue preferido.

El orden en el que se evaluaron los dientes mandibulares izquierdos fue: 2^{do} Molar, 1^{er} Molar, 2^{do} premolar, 1^{er} premolar, canino, incisivo lateral e incisivo central.

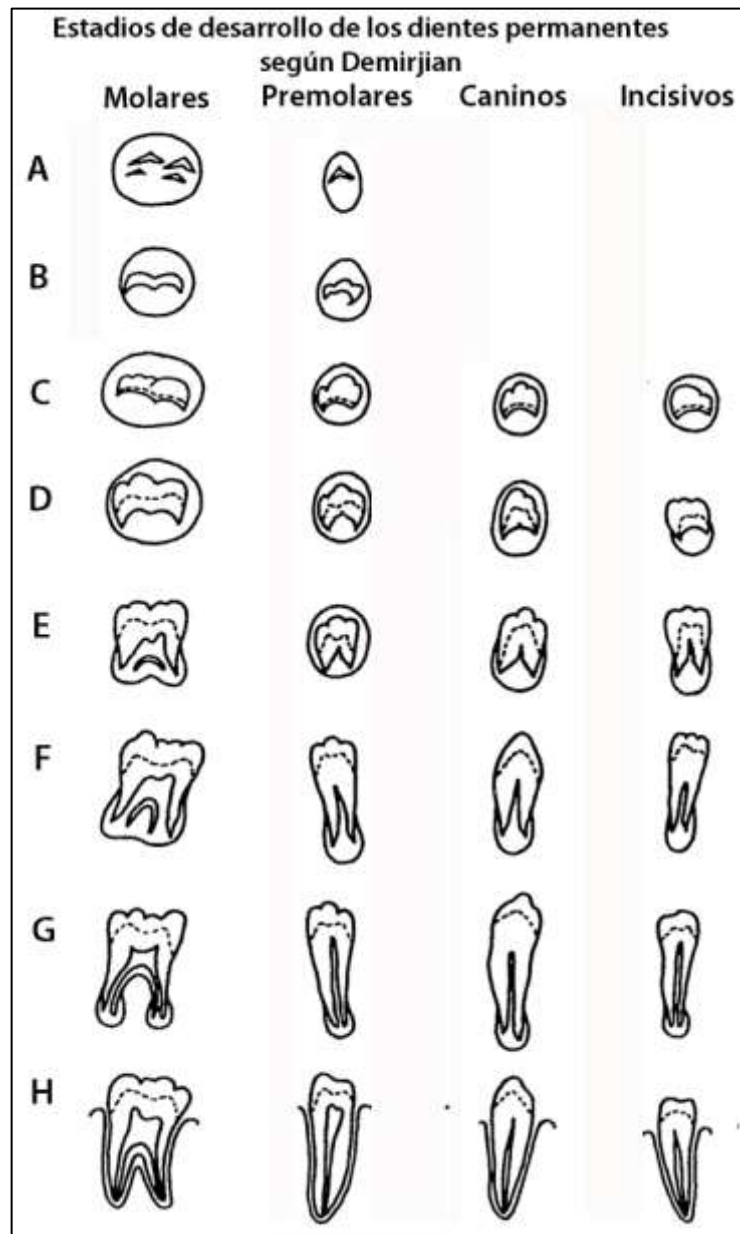


Fig. 10. Diagrama esquemático de los estadios del desarrollo de los dientes permanentes según Demirjian (2)

Para cada diente, se tomó el valor de la A a la H que fuera más semejante el estado de desarrollo que presentaba (Fig. 10). No se utilizaron valores absolutos sino relativos a la proporción corona-raíz y al cierre apical, sin utilizar magnificación.

Cada etapa tiene criterios que indican si se ha completado o no, a saber:

- A. Comienzo de la calcificación en la parte superior de la cripta
- B. Unión de las cúspides, superficie oclusal definida
- C. Formación parcial de la corona
 - a. Formación completa del esmalte de la superficie oclusal con convergencia hacia gingival
 - b. Comienzo de depósito de dentina
 - c. Delimitación oclusal de la cámara pulpar
- D. Corona completa
 - a. Formación completa de la corona hasta el límite amelodentinario
 - b. Techo de la cámara pulpar definido y cóncavo en los dientes monorradiculares. Proyección de los cuernos pulpares.
 - c. Comienzo de la formación radicular observado en forma de espícula
- E. Para dientes monorradiculares
 - a. Las paredes de la cámara pulpar forman líneas paralelas
 - b. La longitud radicular es menor que la coronal

Para molares

- a. Inicio de la formación de la furca se observa en forma de media luna
 - b. La longitud radicular es menor que la coronal
- F. Para dientes monorradiculares
 - a. Las paredes de la cámara pulpar forman líneas convergentes, el ápice tiene forma de embudo
 - b. La longitud radicular es igual o mayor que la coronal

Para molares

- c. La furca está más formada quedando la forma radicular delimitada con ápice en forma de embudo
 - d. La longitud radicular es igual o mayor que la coronal
- G. Las paredes del conducto radicular son paralelas y el ápice está abierto (raíz distal en molares)
- H. Formación radicular completa
- a. Las paredes del conducto radicular están completamente formadas y el ápice está cerrado
 - b. El espacio del ligamento periodontal se observa de manera uniforme al rededor del toda la longitud radicular y apical.

Se realizó el análisis de valores individuales (según descrito previamente por Tanner en 1973) construyendo la tabla de valores de maduración, con separación entre géneros ya que se observaron diferencias entre las etapas del desarrollo entre varones y niñas (Tabla V y Tabla VI). El índice de maduración obtenido de la sumatoria puede compararse con la tabla desarrollada para tal fin, en la que se traduce en edad dental, o puede ser comparada con los gráficos de percentiles.

Cuando hay agenesia de alguno de los dientes que deberían ser evaluados, se presenta dificultad en la realización de este análisis. Puede solventarse este dilema estimando el valor del diente ausente por su homólogo contralateral (siempre que esté presente), pero esto puede introducir un sesgo en la estimación de la edad dental. Otra manera es utilizar un sistema de ponderación que no incluya al diente ausente, pero estos sistemas parciales (de seis o cuatro dientes) no han sido suficientemente probados.

La variación de la evaluación inter-examinador al determinar las etapas de formación dental fue realizada por Lavesque y Demirjian (71), quienes utilizaron 191 radiografías panorámicas para comparar la valoración de las etapas de formación dental, realizada por cuatro observadores diferentes, utilizando el método de Demirjian. Hallaron que la concordancia inter-observador promedio es de 80%, siendo menor para los caninos. Destacan que al comparar con estudios previos, mientras más número de etapas se están evaluando, menor será la concordancia inter-observador. Igualmente, destacan que la concordancia intra-observador es mayor, sugiriendo que hay menor variación cuando hay un solo observador.

Tabla IV Valores ponderados asignados a cada diente según su estadio de formación (2)

Varones									
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0.0	2.1	3.5	5.9	10.1	12.5	13.2	13.6	15.4
M ₁				0.0	8.0	9.6	12.3	17.0	19.3
PM ₂	0.0	1.7	3.1	5.4	9.7	12.0	12.8	13.2	14.4
PM ₁			0.0	3.4	7.0	11.0	12.3	12.7	13.5
C				0.0	3.5	7.9	10.0	11.0	11.9
I ₂				0.0	3.2	5.2	7.8	11.7	13.7
I ₁					0.0	1.9	4.1	8.2	11.8
Hembras									
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0.0	2.7	3.9	6.9	11.1	13.5	14.2	14.5	15.6
M ₁				0.0	4.5	6.2	9.0	14.0	16.2
PM ₂	0.0	1.8	3.4	6.5	10.6	12.7	13.5	13.8	14.6
PM ₁			0.0	3.7	7.5	11.8	13.1	13.4	14.1
C				0.0	3.8	7.3	10.3	11.6	12.4
I ₂				0.0	3.2	5.6	8.0	12.2	14.2
I ₁					0.0	2.4	5.1	9.3	12.9

Tabla V Tabla para la identificación de la edad dental a partir del índice de maduración para varones propuesta por Demirjian (2)

Conversión del Índice de maduración en Edad Dental para Varones							
Edad	Índice	Edad	Índice	Edad	Índice	Edad	Índice
3.0	12.4	7.0	46.7	11.0	92.0	15.0	97.6
.1	12.9	.1	48.3	.1	92.2	.1	97.7
.2	13.5	.2	50.0	.2	92.5	.2	97.8
.3	14.0	.3	52.0	.3	92.7	.3	97.8
.4	14.5	.4	54.3	.4	92.9	.4	97.9
.5	15.0	.5	56.8	.5	93.1	.5	98.0
.6	15.6	.6	59.6	.6	93.3	.6	98.1
.7	16.2	.7	62.5	.7	93.5	.7	98.2
.8	17.0	.8	66.0	.8	93.7	.8	98.2
.9	17.6	.9	69.0	.9	93.9	.9	98.3
4.0	18.2	8.0	71.6	12.0	94.0	16.0	98.4
.1	18.9	.1	73.5	.1	94.2		
.2	19.7	.2	75.1	.2	94.4		
.3	20.4	.3	76.4	.3	94.5		
.4	21.0	.4	77.7	.4	94.6		
.5	21.7	.5	79.0	.5	94.8		
.6	22.4	.6	80.2	.6	95.0		
.7	23.1	.7	81.2	.7	95.1		
.8	23.8	.8	82.0	.8	95.2		
.9	24.6	.9	82.8	.9	95.4		
5.0	25.4	9.0	83.6	13.0	95.6		
.1	26.2	.1	84.3	.1	95.7		
.2	27.0	.2	85.0	.2	95.8		
.3	27.8	.3	85.6	.3	95.9		
.4	28.6	.4	86.2	.4	96.0		
.5	29.5	.5	86.7	.5	96.1		
.6	30.3	.6	87.2	.6	96.2		
.7	31.1	.7	87.7	.7	96.3		
.8	31.8	.8	88.2	.8	96.4		
.9	32.6	.9	88.6	.9	96.5		
6.0	33.6	10.0	89.0	14.0	96.6		
.1	34.7	.1	89.3	.1	96.7		
.2	35.8	.2	89.7	.2	96.8		
.3	36.9	.3	90.0	.3	96.9		
.4	38.0	.4	90.3	.4	97.0		
.5	39.2	.5	90.6	.5	97.1		
.6	40.6	.6	91.0	.6	97.2		
.7	42.0	.7	91.3	.7	97.3		
.8	43.6	.8	91.6	.8	97.4		
.9	45.1	.9	91.8	.9	97.5		

Tabla VI Tabla para la identificación de la edad dental a partir del índice de maduración para hembras propuesta por Demirjian (2)

Conversión del Índice de maduración en Edad Dental para Hembras							
Edad	Índice	Edad	Índice	Edad	Índice	Edad	Índice
3.0	13.7	7.0	51.0	11.0	94.5	15.0	99.2
.1	14.4	.1	52.9	.1	94.7	.1	99.3
.2	15.1	.2	55.5	.2	94.9	.2	99.4
.3	15.8	.3	57.8	.3	95.1	.3	99.4
.4	16.6	.4	61.0	.4	95.3	.4	99.5
.5	17.3	.5	65.0	.5	95.4	.5	99.6
.6	18.0	.6	68.0	.6	95.6	.6	99.6
.7	18.8	.7	71.8	.7	95.8	.7	99.7
.8	19.5	.8	75.0	.8	96.0	.8	99.8
.9	20.3	.9	77.0	.9	96.2	.9	99.9
4.0	21.0	8.0	78.8	12.0	96.3	16.0	100.0
.1	21.8	.1	80.2	.1	96.4		
.2	22.5	.2	81.2	.2	96.5		
.3	23.2	.3	82.2	.3	96.6		
.4	24.0	.4	83.1	.4	96.7		
.5	24.8	.5	84.0	.5	96.8		
.6	25.6	.6	84.8	.6	96.9		
.7	26.4	.7	85.3	.7	97.0		
.8	27.2	.8	86.1	.8	97.1		
.9	28.0	.9	86.7	.9	97.2		
5.0	28.9	9.0	87.2	13.0	97.3		
.1	29.7	.1	87.8	.1	97.4		
.2	30.5	.2	88.3	.2	97.5		
.3	31.3	.3	88.8	.3	97.6		
.4	32.1	.4	89.3	.4	97.7		
.5	33.0	.5	89.8	.5	97.8		
.6	34.0	.6	90.2	.6	98.0		
.7	35.0	.7	90.7	.7	98.1		
.8	36.0	.8	91.1	.8	98.2		
.9	37.0	.9	91.4	.9	98.3		
6.0	38.0	10.0	91.8	14.0	98.3		
.1	39.1	.1	92.1	.1	98.4		
.2	40.2	.2	92.3	.2	98.5		
.3	41.3	.3	92.6	.3	98.6		
.4	42.5	.4	92.9	.4	98.7		
.5	43.9	.5	93.2	.5	98.8		
.6	45.2	.6	93.5	.6	98.9		
.7	46.7	.7	93.7	.7	99.0		
.8	48.0	.8	94.0	.8	99.1		
.9	49.5	.9	94.2	.9	99.1		

Una vez identificada la etapa, para calcular la edad dental, se realiza la sumatoria del valor asignado para cada diente según su etapa de desarrollo, para lograr el índice de maduración.

En su investigación, estos autores concluyen que sus tablas son aplicables para la estimación de la edad dental de la población Franco-Canadiense. Consideran que las variaciones en maduración dental entre poblaciones no deben ser muy significativas, por lo que el cálculo del índice de maduración es aplicable, pero el mismo puede traducirse posteriormente en edades dentales que pueden diferir de la edad cronológica, al hacer la conversión.

Se han propuesto modificaciones para esta propuesta, que se describen a continuación.

a. Nuevos sistemas de estimación de maduración dental basados en siete y cuatro dientes mandibulares izquierdos propuesta por Demirjian y Godlstein en 1976

Al evaluar el sistema original propuesto en 1973, (2) Demirjian y Goldstein en 1976 (12) hallaron dos fallas principales.

En primer lugar, es necesaria la evaluación de los siete dientes mandibulares izquierdos para poder estimar la edad. Esto, en ocasiones, se dificulta ya que hay pacientes quienes tienen agenesia de algún diente de forma unilateral o bilateral, imposibilitando el análisis. Igualmente, por razones prácticas, es más sencillo tomar radiografías de menor cantidad de dientes, por lo que se hace necesario la creación de sistemas que evalúen menor cantidad de dientes, aunque se pierda un poco de precisión al estimar la maduración

dental.

La segunda limitación es la ausencia de suficientes registros de pacientes con edades muy tempranas o muy tardías, imposibilitando la inclusión de las etapas de formación de algunos dientes.

En el trabajo publicado en 1976, Demirjian y Goldstein (12) proponen nuevas curvas de maduración dental con percentiles que abarcan un rango de edad más amplio y un nuevo sistema basado en la evaluación de cuatro dientes.

Se amplió la muestra original a 4.756 pacientes con edades de 2,5 a 17 años. Se incluyeron los valores para dos nuevas etapas: Estadio A de primer premolar y estadio C del incisivo central. También se amplió el rango de percentiles a 3º y 97º (0, Fig. 11).

En los casos en los cuales no podían utilizarse radiografías panorámicas, se utilizaron radiografías periapicales. Entonces, se construyeron nuevas tablas de referencia basadas en la utilización de cuatro dientes: uno que utiliza dientes del sector posterior $M_2 M_1 PM_2 PM_1$ (Anexo 3, Anexo 4) y otro sistema que incluye incisivos $M_2 PM_2 PM_1 I_1$ (Anexo 5, Anexo 6) sustituyendo al primer molar permanente por el incisivo central permanente ya que se observó que el estadio de formación para ambos es similar en las diferentes edades. Para cada caso se calcularon valores ponderados.

Las curvas de percentiles fueron estructuradas para los tres sistemas de evaluación. La estimación de la edad dental se obtiene al identificar la edad a la que el índice de maduración coincide con el percentil 50.

Al comparar los tres métodos propuestos se evalúan dos propiedades generales de los mismos. En primer lugar. Las diferencias entre los valores de maduración deben ser

graduales con la finalidad de que reflejen la naturaleza continua de los cambios de desarrollo biológico. En segundo lugar, la variabilidad individual para los valores de maduración en cada edad debe ser suficientemente amplia para que refleje la variabilidad natural de la población.

Hubo diferencias constantes entre los tres sistemas. La diferencia promedio entre dos sistemas puede utilizarse para convertir el índice de maduración dental obtenido utilizando uno de ellos en un índice de maduración dental en el otro.

Las desviaciones estándar de la diferencia entre los sistemas es de 3 meses a los 13 años y aumenta después de eso para ambos sexos. Los patrones similares y los valores relativamente pequeños de las desviaciones estándar de la diferencia entre los sistemas, podrían implicar que sólo ocurrirá un pequeño cambio al cambiar de un sistema al otro. Sin embargo, la distribución de las diferencias obtenidas, es variable dependiendo de la edad del individuo estudiado, presentando una progresión no uniforme. Aparentemente, los tres sistemas no miden precisamente los mismos valores subyacentes y pueden ocurrir cambios importantes en la estimación de la edad al pasar de un sistema al otro.

Enmarcado en el desarrollo global de la dentición, puede haber grupos de dientes que presentan patrones del desarrollo diferentes, creando un subsistema de maduración dental. No se ha determinado cuál serie o grupo de dientes debe utilizarse como principales para determinar la maduración dental, creando un sistema individual para ellos. Por esto los autores no recomiendan el sistema de cuatro dientes para estimar la edad a partir de la maduración dental.

Tabla VII Valores ponderados para cada estadio de desarrollo de siete dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein (12)

Valores ponderados para los estadios dentales de 7 dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein 1976									
Varones	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0-0	1-7	3-1	5-4	8-6	11-4	12-4	12-8	13-6
M ₁				0-0	5-3	7-5	10-3	13-9	16-8
PM ₂	0-0	1-5	2-7	5-2	8-0	10-8	12-0	12-5	13-2
PM ₁		0-0	4-0	6-3	9-4	13-2	14-9	15-5	16-1
C				0-0	4-0	7-8	10-1	11-4	12-0
I ₂				0-0	2-8	5-4	7-7	10-5	13-2
I ₁				0-0	4-3	6-3	8-2	11-2	15-1
Estadio									
Hembras	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0-0	1-8	3-1	5-4	9-0	11-7	12-8	13-2	13-8
M ₁				0-0	3-5	5-6	8-4	12-5	15-4
PM ₂	0-0	1-7	2-9	5-4	8-6	11-1	12-3	12-8	13-3
PM ₁		0-0	3-1	5-2	8-8	12-6	14-3	14-9	15-5
C				0-0	3-7	7-3	10-0	11-8	12-5
I ₂				0-0	2-8	5-3	8-1	11-2	13-8
I ₁				0-0	4-4	6-3	8-5	12-0	15-8

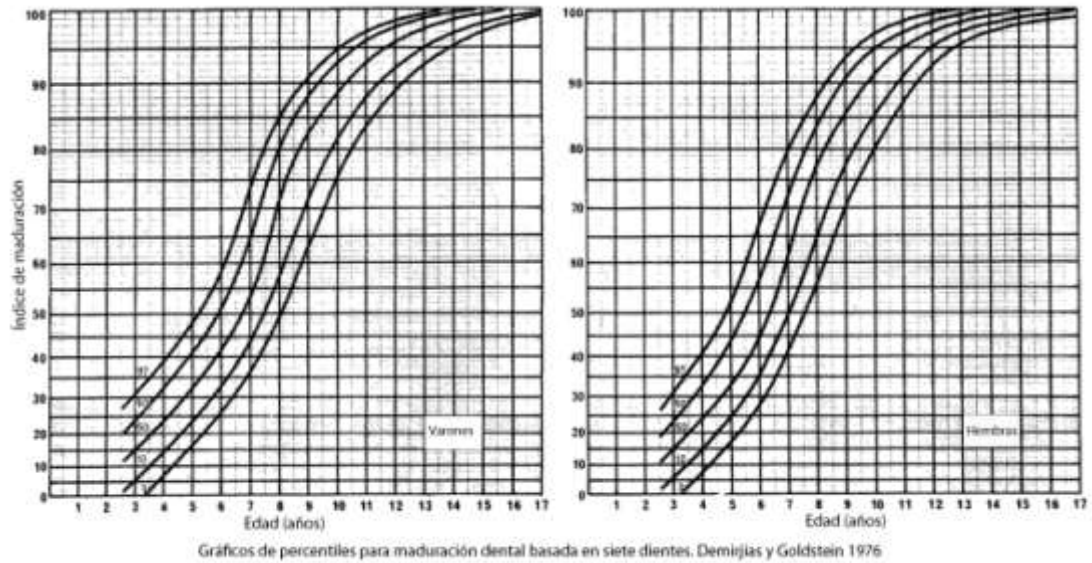


Fig. 11. Percentiles de maduración dental para siete dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein 1976. (12)

b. Curvas de Maduración Dental para Niños de Diversos Orígenes Étnicos.

Modificaciones al Método de Demirjian propuestas por Chaillet, Nyström y Demirjian.

Durante varias décadas se han realizado diversos estudios que prueban la aplicabilidad del método de Demirjian para diferentes poblaciones. Estos estudios demuestran que existe gran variabilidad en el proceso de maduración dental entre las mismas, lo que hace necesario que se realicen bases de datos representativas que permitan crear curvas de desarrollo dental internacionales.

Chaillet, Nyström y Demirjian, en 2005, (13) calcularon valores ponderados internacionales para crear nuevas curvas de maduración dental que pudieran ser utilizadas en niños con origen étnico desconocido. Este estudio se realizó de forma multicéntrica y con la colaboración de diferentes equipos de investigadores. Estos autores probaron la eficiencia de este método para realizar la estimación de la edad cronológica, en cuanto a la precisión y confiabilidad. Además, realizaron comparaciones entre la maduración dental de los diferentes grupos étnicos estudiados para estimar la variabilidad del proceso de maduración de la dentición humana.

La precisión representa el promedio de la diferencia mayor y menor entre la edad cronológica real y la edad estimada (para cada individuo, la diferencia mínima es la diferencia entre el límite inferior de la edad estimada y la edad cronológica real; y la diferencia máxima es la diferencia entre el límite superior de la edad estimada y la edad cronológica real). La confiabilidad de la estimación de la edad viene dada por el porcentaje de individuos cuya edad real no se ubica en el intervalo de confianza.

La muestra fue recolectada en 8 países (Australia, Bélgica, Inglaterra, Finlandia, Francia, Canadá, Korea y Suecia), con un total de 9577 radiografías panorámicas con edades de 2 a 25 años, de pacientes atendidos en clínicas dentales de universidades y hospitales, clínicas Ortodóncicas y clínicas dentales privadas. La edad dental fue estimada utilizando el método de Demirjian revisado (2), (12) Se realizaron modificaciones en cuanto a la denominación de los estadios de desarrollo, sustituyendo las letras A-H por números 1 al 9 y atribuyendo 0 a aquellos dientes que no llegan a estadio 1. Cada valor de los siete dientes mandibulares evaluado fue sumado para obtener el índice de maduración dental, llevándolo a la escala de 100. Este valor fue llevado a edad dental, utilizando escalas de percentiles para varones y hembras, calculando la maduración dental en función a la edad. Se calcularon percentiles 0,01; 1; 5; 16; 50; 84; 95; 99 y 99,99.

La edad real en años se expresó en forma decimal, para obtener mayor precisión en el establecimiento de los perfiles dentales. Los resultados fueron calculados de manera separada, utilizando la edad estimada en años decimales y en años cumplidos. La edad expresada en años cumplidos es la más utilizada en ciencias forenses ya que tiene mayor confiabilidad y la precisión es muy similar.

Para obtener el índice de maduración dental se conformaron tablas con valores ponderados para hembras y varones. La maduración dental en función de la edad se expresó en tablas y gráficos con los percentiles anteriormente descritos (0, Fig. 1, 0, Anexo 7, Anexo 8, Anexo 9).

En este estudio se determinó que las hembras presentan maduración dental adelantada con respecto a los varones, a pesar de que los valores ponderados se calcularon

de forma independiente entre géneros. Hasta la edad de 12 años las niñas estuvieron más adelantadas, luego en el periodo de 12 a 13 años, los varones alcanzan la misma madurez que las hembras, tendencia que continúa hasta los 18 años de edad.

Tabla VIII Valores ponderados y estandarizados para varones y hembras, para los dientes mandibulares izquierdos. Método de Demirjian modificado (13)

Valores específicos ponderados y estandarizados a 100, para hembras y varones para cada estadio de los dientes mandibulares izquierdos. Método de Demirjian							
Estadio	Dientes (numeración FDI)						
Hembras	31	32	33	34	35	36	37
No sign/0				2.57	3.81		3.42
Crypt/1					4.10		3.52
A/2				2.82	4.18		4.41
B/3			2.16	3.56	4.88		4.74
C/4	2.70	3.46	4.22	4.83	6.03	3.04	6.13
D/5	4.12	4.50	5.47	6.40	7.44	3.73	7.78
E/6	5.26	5.84	7.22	8.07	8.65	4.97	9.51
F/7	6.46	7.20	8.94	9.93	10.68	6.17	11.06
G/8	7.79	8.43	11.05	11.67	12.60	8.34	13.20
H/9	12.35	12.87	14.61	14.96	15.61	13.15	16.44
Varones	31	32	33	34	35	36	37
No sign/0				2.13	3.62		3.34
Crypt/1					3.73		3.87
A/2				2.97	4.25		4.24
B/3		2.90	2.44	3.70	4.78		4.71
C/4	3.49	3.77	4.47	4.92	5.92	2.85	6.04
D/5	4.14	4.60	5.74	6.53	7.33	3.70	7.78
E/6	5.30	5.93	7.62	8.20	8.84	4.94	9.54
F/7	6.52	7.38	9.61	10.12	10.77	6.29	11.14
G/8	7.84	8.64	11.83	11.91	12.73	8.45	13.29
H/9	12.28	12.87	15.06	14.94	15.51	13.15	16.18

Este enfoque permite al clínico evaluar si la edad dental estimada por la madurez dental de un individuo particular se encuentra adelantada o retrasada con respecto los cálculos internacionales para los demás individuos dentro de su grupo de edad cronológica. Estas tablas resultan apropiadas en situaciones en las que no se conoce el origen étnico del individuo o cuando no hayan sido calculados valores ponderados específicos para la población a la cual pertenece.

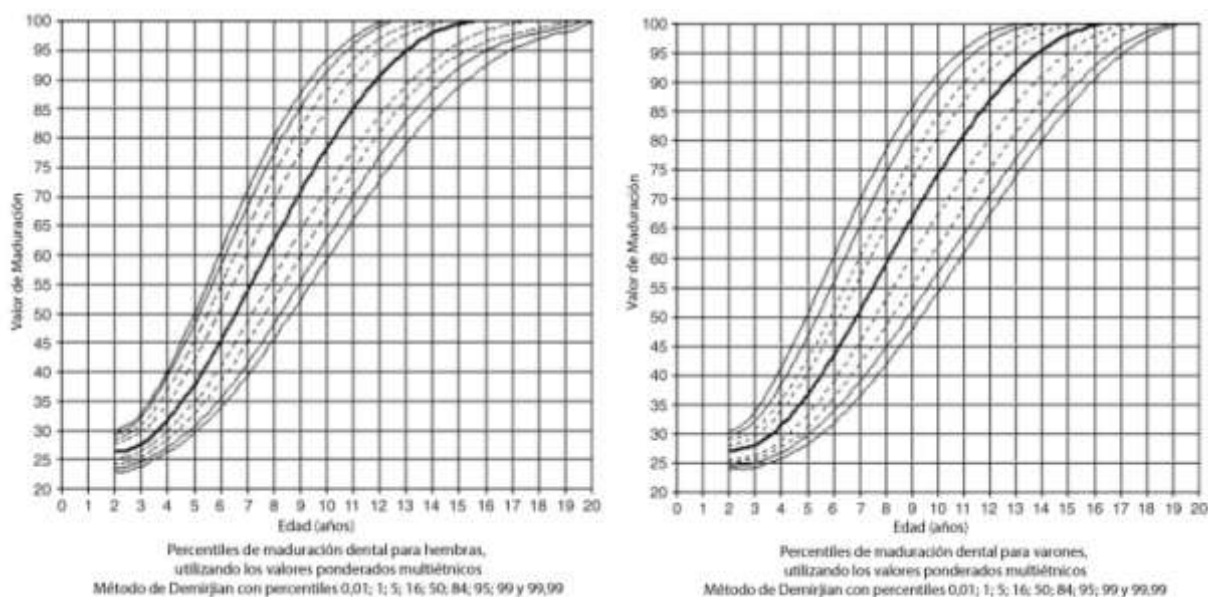


Fig. 12. Gráfico de maduración dental en función de la edad con valores ponderados multiétnicos, para hembras y varones. Método de Demirjian modificado (13)

Las tablas de estimación de la maduración dental expresada en diferentes percentiles, en función de la edad, se encuentran en la sección de anexos (Anexo 7, Anexo 8, Anexo 9).

En cuanto a las diferencias entre grupos étnicos, se observó que hay diferentes tasas de maduración dental entre grupos. Se utilizó la prueba t para determinar diferencias estadísticas entre grupos pareados de los diferentes países, para cada grupo de un año de edad estimada. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre Francia u Austria y entre Canadá y Corea. Para todos los grupos de edad, la maduración dental fue más acelerada en Australia y más lenta en Canadá (franco-canadienses) y Corea. Debe destacarse

que ninguno de los estudios incluye poblaciones Latinoamericanas ni Ibéricas. Estas diferencias inter-étnicas se hacen menos evidentes después de la edad de 12 años.

Los autores exponen que hay dos grandes grupos de factores que pueden influir sobre la maduración dental: factores genéticos y factores ambientales o ecológicos.

La población franco-canadiense estudiada está compuesta por individuos descendientes del mestizaje de Amerindios e inmigrantes europeos. En todos los estudios comparativos realizados se observa que este grupo tiene una maduración dental más lenta que las demás poblaciones estudiadas. Constituye un ejemplo de la necesidad de poder disponer de datos específicos para cada población para estimar de manera confiable la edad cronológica.

Existen factores ambientales o ecológicos que pueden influir en la maduración de la dentición humana, así como todos los procesos de adaptación biológica que contribuyen al mantenimiento de la homeostasis, y que son capaces de producir variaciones étnicas en el crecimiento somático. Factores físicos como la temperatura y la humedad, estado de nutrición, estrés biológico, periodo de gestación, entre otros, pueden afectar este proceso.

Los autores concluyen que las tablas multiétnicas que proponen poseen confiabilidad para ser utilizadas en diferentes poblaciones, pero que son menos precisas que las tablas calculadas de manera específica para cada país.

2.2.5 Modificación de la técnica de Estimación de Edad Dental de Demirjian propuesta por Willems

En 2001, Willems y Cols (10) utilizaron el método propuesto por Demirjian para

determinar la edad dental de un grupo de niños Belgas Caucásicos. Evaluaron 2.116 radiografías panorámicas correspondientes a pacientes de 2 a 18 años de edad, sin agenesias bilaterales, atendidos en el Hospital Universitario de Leuven, Bélgica, utilizando estrictamente el método de Demirjian. (2)

Una vez obtenidos estos datos, se calcularon las diferencias entre la edad dental estimada y la edad cronológica. Para esta población, hubo una sobrestimación de la edad dental que varió de 0,5 años hasta 1,1 años en los diferentes grupos. Las diferencias entre edad cronológica y dental en los 13 grupos estudiados fueron significativas, aun cuando se realizaron correcciones utilizando el método estadístico de Bonferroni.

Para evitar esta sobrestimación, se realizó la adaptación del método de Demirjian sometiendo los datos obtenidos al análisis estadístico con la prueba ANOVA, utilizando cada uno de los siete dientes como covariantes para hembras y varones de forma separada (Tabla IX). Las ponderaciones obtenidas para cada etapa del desarrollo de cada diente se expresan directamente en valores correspondientes a la edad. Entonces, para estimar la edad dental se suman los valores correspondientes indicados en la tabla y se obtiene directamente la edad estimada.

Se tomó una segunda muestra de 355 radiografías panorámicas de pacientes Belgas Caucásicos para evaluar la precisión de ambos métodos (original de Demirjian y modificado por Willems). Los resultados obtenidos reflejan que el método de Willems fue más preciso en la estimación de edad dental, con una sobrestimación menor, para esta población.

Los autores destacan que el cálculo de la edad dental se realiza al obtener la sumatoria de los siete valores correspondientes a las etapas de calcificación, como

componentes de una fórmula. Los valores no pueden ser considerados de manera aislada. Igualmente señalan que la maduración dental se produce como un fenómeno relativamente independiente de la maduración somática, siendo un pobre indicador para la determinación del momento del piso de crecimiento puberal.

Tabla IX Valores asignados por edad a cada etapa de formación dental propuesta por Willems y Cols. como modificación al método de Demirjian (10)

Estimación de la Edad Dental propuesta por Willems y Cols.								
Etapas del desarrollo dental según la técnica de Demirjian con valores correspondientes a la edad expresados directamente en años para los siete dientes mandibulares de varones								
Diente	A	B	C	D	E	F	G	H
Incisivo central	...	...	1.68	1.49	1.5	1.86	2.07	2.19
Incisivo lateral	...	...	0.55	0.63	0.74	1.08	1.32	1.64
Canino	...	...	...	0.04	0.31	0.47	1.09	1.9
Primer premolar	0.15	0.56	0.75	1.11	1.48	2.03	2.43	2.83
Segundo premolar	0.08	0.05	0.12	0.27	0.33	0.45	0.4	1.15
Primer molar	...	...	...	0.69	1.14	1.6	1.95	2.15
Segundo molar	0.18	0.48	0.71	0.8	1.31	2	2.48	4.17

Etapas del desarrollo dental según la técnica de Demirjian con valores correspondientes a la edad expresados directamente en años para los siete dientes mandibulares de hembras								
Diente	A	B	C	D	E	F	G	H
Incisivo central	...	...	1.83	2.19	2.34	2.82	3.19	3.14
Incisivo lateral	...	...	...	0.29	0.32	0.49	0.79	0.7
Canino	...	...	0.6	0.54	0.62	1.08	1.72	2
Primer premolar	-0.95	-0.15	0.16	0.41	0.6	1.27	1.58	2.19
Segundo premolar	-0.19	0.01	0.27	0.17	0.35	0.35	0.55	1.51
Primer molar	...	...	...	0.62	0.9	1.56	1.82	2.21
Segundo molar	0.14	0.11	0.21	0.32	0.66	1.28	2.09	4.04

Estos autores concluyen que, al igual que proponen otros estudios por ellos citados, la estimación dental utilizando el método de Demirjian puede sobrestimar, de manera significativa, la edad cronológica al ser utilizado en poblaciones diferentes. Esto se debe a que hay variaciones en la tasa de desarrollo dental entre poblaciones, por lo que esta

modificación puede no ser aplicable para otros grupos étnicos. La realización de adaptaciones del método, para cada población en particular, disminuye la posibilidad de sobrestimación.

2.2.6 Otros métodos de estimación de la maduración dental

En 2004, Chaillet y Cols. (11) realizan una propuesta al sistema descrito por Demirjian. En la misma, el índice de maduración dental es obtenido al calcular funciones cúbicas utilizando el índice de maduración previamente obtenido con el método Demirjian con la ponderación propuesta por Willems. (10)

Estos autores continúan utilizando tablas con índices de maduración, pero recomiendan que deban crearse bases de datos representativas para cada población, que tomen en cuenta las diferencias biológicas que pueden haber entre las diferentes etnias, ya que la estimación de la edad puede verse afectada por estas diferencias.

Originalmente, el método de estimación dental de Demirjian se concibió para que los clínicos pudieran comparar la edad dental estimada con la edad cronológica del paciente, determinando si cada individuo se encontraba acorde, adelantado o retardado en su maduración dental con respecto a otros individuos de la misma edad. Sin embargo, la estimación de la edad cronológica a partir de estos índices de maduración es inapropiada, por lo que se han desarrollado funciones polinómicas o regresiones múltiples que permitan el cálculo de la edad en función al índice de maduración, con intervalos de confianza apropiados.

El uso de estos cálculos matemáticos se hace necesario ya que el proceso de desarrollo dental no ocurre de manera constante en el tiempo, lo que pudiera representarse

en un gráfico como una función lineal simple de edad en función de maduración, sino que presenta períodos de formación más lenta y otros más rápidos que deben ser calculados a manera de curva.

Las fórmulas de funciones polinómicas propuestas por estos autores es una función cúbica donde:

$$Edad = a \times \text{índice de maduración}^3 + b \times \text{índice de maduración}^2 + c \times \text{índice de maduración} + d$$

Al realizar los gráficos resultantes, la edad se expresa en el eje de las X (aunque es la variable dependiente) y el índice de maduración se expresa en el eje de las Y (aunque es la variable dependiente) para lograr una curva que pueda representar en percentiles la estimación de la edad.

Chaillet y Cols. han realizado diversas investigaciones en poblaciones distintas para calcular las funciones polinómicas, con sus respectivas curvas, adecuadas para cada grupo étnico, siendo pionero el estudio realizado utilizando las radiografías panorámicas de 2.535 niños Belgas-Caucásicos, pacientes del Hospital Universitario de Leuven. Fueron excluidos pacientes no Caucásicos, de nacimiento prematuro, con enfermedades sistémicas, agenesia de dientes mandibulares y radiografías defectuosas. La concordancia inter-observador probó ser adecuada.

Se comparó la estimación de la edad dental utilizando el método de Demirjian, llevando los valores de cada diente de forma lineal a la escala de 100. Estos valores se tradujeron en edad dental utilizando las tablas apropiadas con percentiles, para varones y hembras. EL valor individual de cada uno de los siete dientes se sumó para obtener la edad

estimada.

Posteriormente, fueron calculadas las regresiones polinómicas correspondientes, con un intervalo de confianza de 95%. La edad real se consideró en términos decimales para todos los casos, con la finalidad de ser más precisos en el cálculo de los meses en el establecimiento de los modelos para edad dental. Debe destacarse que, en las ciencias forenses, la edad se considera únicamente en años cumplidos, sin decimales, ya que el uso de fracciones de años aumenta la posibilidad de error al clasificar. Por lo anteriormente expuesto, en este estudio sólo se expresa la edad en años cumplidos para asegurar la confiabilidad.

Los resultados obtenidos al comparar los métodos utilizados, el método de estimación de la edad por medio del uso de regresiones polinómicas fue más confiable, más aún cuando se expresa la edad en años cumplidos.

Con el método de Demirjian, las hembras presentaron un índice de maduración dental más adelantado que los varones el rango de 5 a 15 años de edad. Este sesgo puede deberse a que los valores ponderados asignados son específicos para cada género. El dimorfismo sexual aumenta hasta los 10 años de edad, que corresponde al inicio de la pubertad en niñas, y decrece hasta los 12-13 años, donde los varones alcanzan la misma maduración.

Al comparar ambos métodos se obtiene que cada uno tiene ventajas específicas. Ambos son suficientemente acertados, cuando se expresa la edad en años cumplidos, para ser utilizados tanto en ciencias forenses como antropológicas.

El método de Demirjian presentó elevada precisión pero poca confiabilidad al

predecir la edad, lo que demuestra la necesidad de adaptar la escala de índices de maduración con valores ponderados según la población estudiada. Al utilizar los valores ponderados, aumenta la confiabilidad.

El uso de regresiones polinómicas presenta elevada confiabilidad, pero menor precisión que el uso de las tablas ponderadas. El intervalo de confianza que se obtiene con este método es similar en todos los grupos de edad, haciéndolo el método más seguro para la estimación de edad a partir de maduración dental, particularmente para estudios de predicción de edad o para ciencias forenses.

Las curvas de percentiles, en las que se expresa la maduración dental en función a la edad, se adaptan mejor al uso por parte del clínico. Esto se debe a que el objetivo de analizar el desarrollo dental sería determinar si un individuo en particular se encuentra adelantado o retrasado con respecto a sujetos de su misma edad. Estos autores recomiendan el uso del método de Demirjian con esta finalidad.

Con el desarrollo de técnicas radiográficas de elevada precisión y la capacidad de obtener imágenes digitalizadas con mínima distorsión, se han creado sistemas de estimación de edad dental de tipo cuantitativos. Estas técnicas combinan las imágenes digitales con hojas de cálculo que permiten traducir la identificación de puntos en la estimación de edad dental. Generalmente utilizan medidas longitudinales de los gérmenes dentales con la medición del ancho del foramen apical. Estos métodos podrían tener mayor precisión que las estimaciones cualitativas anteriormente descritas, pero diversas evaluaciones han demostrado que las diferencias de estimación no son significativas. (68)

Un sistema similar a los anteriormente descritos fue propuesto por Häavikko (72)

quien propone la evaluación de doce etapas para cuatro dientes permanentes. Los dientes evaluados para menores de 10 años primer molar inferior, primer premolar inferior, canino inferior e incisivo central superior derechos; a partir de los 10 años evalúa segundo molar inferior, primer premolar inferior, canino inferior y canino superior derecho. Los valores son llevados a tablas para estimar la edad dental.

Liversige y Cols. (68) compararon la estimación de la edad dental utilizando tres métodos cuantitativos, Mönrnstad y Cols, (73) Liversidge y Molleson (74) y Carles y Cols, (75) que miden, sobre imágenes panorámicas digitalizadas, la longitud del germen dental y la anchura del foramen apical, tomando 31 puntos de referencia. La muestra fue conformada por 145 niños caucásicos con edades de 8 a 13 años. Los tres métodos subestimaron la edad dental, siendo el de Mönrnstad, el más acertado. (Mönrnstad y Cols - $0,83 \pm 0,11$ varones $-0,67 \pm 0,09$ hembras; Liversidge y Molleson $-0,79 \pm 0,11$ varones $-0,63 \pm 0,11$ hembras; Carles y Cols $-1,03 \pm 0,18$ varones $-1,35 \pm 0,13$ hembras) Mientras más pequeños eran los niños, mejor fue la asociación entre la edad estimada y la real. Las diferencias pueden deberse a discrepancias en el tamaño dental total y en la tasa de formación apical entre poblaciones. El uso de métodos cuantitativos con datos específicos a cada población, es tan apropiado como el uso de métodos cualitativos para la estimación de la edad dental.

Camariere y Cols. (76) proponen la estimación de la edad dental por medio del registro del cierre apical y la medición de la distancia entre las paredes del canal radicular de los dientes mandibulares inferiores. Estas variables son incluidas en la fórmula de funciones polinómicas desarrollada por los autores para el cálculo de la edad dental. Este método ha sido utilizado efectivamente en grupos poblacionales diferentes (Italianos, Kosovares,

Croatas y Españoles) por Camariere y Cols. (77) y ha resultado más preciso que los métodos cualitativos. (78)

Para individuos que han culminado el proceso de maduración dental, es necesario el uso de métodos que se eximan de utilizar dientes en formación. Para ello se han descrito técnicas que evalúan desgaste o atricción y, más recientemente, utilizando cortes obtenidos por medio de tomografía computarizada cone-beam, se ha hecho la correlación de la edad dental con la edad cronológica al cuantificar la proporción de tejido calcificado en relación con el lumen del conducto radicular en cortes transversales, (79) o calculando el volumen pulpar en relación al volumen del diente en reconstrucciones tridimensionales. (80)

2.3 ESTUDIOS COMPARATIVOS DE MADURACIÓN DENTAL EN LA POBLACIÓN MUNDIAL

Desde mediados del Siglo XX se han realizado diversos estudios de estimación de edad dental en la población mundial. (4), (3), (5), (11), (13), (15), (17), (18), (20), (21), (28), (35), (38), (42), (44), (74), (81), (82), (83), (84), (85), (86), (87), (88), (89) Los diseños experimentales (métodos empleados, muestra poblacional, etnicidad, cálculos estadísticos) son muy variados, por lo que la comparación entre ellos resulta dificultosa.

En la Tabla X se resumen los datos más relevantes reportados por estos investigadores.

Para todos los métodos empleados, la precisión de la estimación de la edad dental con respecto a la edad cronológica presenta fallas. Sin embargo, al analizar los resultados tomando en cuenta un intervalo de confianza de 95, con desviación estándar de 1 año, la aplicabilidad de los métodos es similar. Esto se traduce en la práctica clínica en que, al utilizar un método para la estimación de edad dental, el resultado está en el rango de un año más o menos, con un porcentaje de error menor al 5%.

Este rango amplio puede no ser aceptable con fines de planificación terapéutica, por lo que, con el uso de fórmulas matemáticas complejas y la elaboración de tablas de estimación para poblaciones específicas se ha intentado mejorar la precisión de los métodos.

Un ejemplo sería la modificación realizada por Phillips y van Wyk Kotze (88) para adecuar el método de Moorrees (1) a la población de Sur África. Igualmente, El-Yazed y Cols.

(87) han adaptado el método de Nolla (9) a la población Egipcia.

Con la finalidad de determinar si existe asociación entre la maduración dental y la maduración ósea, Sierra en 1987 (35) realizó una investigación en la cual determinó la edad dental utilizando el método descrito por Nolla. En su metodología, evaluó registros radiográficos (radiografías panorámicas y carpales) de 153 pacientes caucásicos, con edades comprendidas entre 8 y 12 años inclusive, del Departamento de ortodoncia de la Universidad de Detroit. El estadio de desarrollo dental fue determinado al comparar los dientes de las hemiarquías izquierdas con las tablas propuestas por Nolla (9). Fueron evaluados 8 dientes, siendo en el maxilar superior: canino, primer premolar, segundo premolar y segundo molar permanente, y en la mandíbula: canino, primer premolar, segundo premolar y segundo molar permanente. A cada diente le fue asignado el valor de la etapa en el que se encontraba, y cuando se encontraba en una etapa intermedia se asignó como tal. Esta autora concluye que existe una elevada correlación entre la maduración ósea medida tanto en los centros de osificación de la mano y la maduración dental evaluada utilizando las tablas de Nolla. Recomienda que, en vista de la fuerte correlación mostrada en este estudio entre la maduración dental y esquelética, para la evaluación clínica previa al tratamiento odontológico (ortodóncico) de niños con un desarrollo en rangos normales, es suficiente la determinación de la maduración dental como indicador, sin necesidad de realizar la determinación por separado de la maduración esquelética. Sin embargo, en pacientes con endocrinopatías, trastornos de desarrollo o trastornos nutricionales, es necesaria la evaluación independiente de ambos sistemas. (35)

El método de Demirjian (2) ha sido el más utilizado en la actualidad y para él se han planteado diferentes adaptaciones. Esto se debe a que la identificación de las etapas de

formación dental es reproducible con un elevado intervalo de confianza en los diferentes estudios. Sin embargo se reporta, de manera sistemática, que este método sobrestima la edad dental. Esto significa que, si la edad estimada del paciente es de 9,5 años, muy probablemente el paciente presenta una edad cronológica menor. La diferencia entre estas dos edades determina el grado de precisión el método.

Entre las diversas modificaciones que han sido reportadas en la aplicación de Demirjian, está la propuesta para la población Coreana por Lee y Cols. (86) quienes realizan la determinación de la formación radicular de todos los dientes permanentes, tanto superiores como inferiores, derechos como izquierdos, a excepción de los terceros molares. A partir de esta determinación realizaron ecuaciones de regresión que permitieron establecer una constante y valores ponderados para cada uno de los dientes, los cuales fueron expresados en tablas para varones y para hembras. La edad dental se calcula, entonces, al utilizar estos valores ponderados de todos los dientes. En su estudio, este método fue acertado en el rango de ± 1 años para el 92% de los varones y 92,5% de las hembras.

Liversidge realiza un análisis crítico, de tipo meta-análisis, de estas aseveraciones para el método de Demirjian, destacando que la sobrestimación de la edad dental hallada en múltiples poblaciones al utilizar el método de Demirjian puede deberse a un incremento en la tasa de crecimiento y desarrollo en los niños contemporáneos al comparar con la muestra de 1973. (30), (17), (34), (90) También es posible que pudieran existir diferencias étnicas que determinan una maduración dental diferente entre poblaciones.

Otro enfoque ha sido la elaboración de ecuaciones (funciones polinómicas cúbicas o

compuestas) que, al ser aplicadas a los datos obtenidos, permiten un mayor acercamiento de la edad estimada a las bases de datos previamente establecidas. La aplicación de estas ecuaciones puede ser de utilidad para lograr mayor precisión en las estimaciones, pero altera el método original impidiendo la comparación con otros estudios.

Interpretar las diferencias que se obtienen en cuanto a los índices de maduración por edad y a la edad estimada a través del índice de maduración utilizando el método de Demirjian, no es tarea sencilla. Aunque la mayoría de los autores de estudios en poblaciones específicas, atribuyen las diferencias observadas a características inherentes a cada grupo poblacional, Liversidge, en 2010, (30) sostiene que las diferencias en el índice de maduración dental no reflejan diferencias biológicas del momento en cual ocurre la formación dental a nivel poblacional, por lo que sostiene que las diferencias entre poblaciones no pueden ser calculadas utilizando el método de Demirjian.

Esta autora (30) se plantea los objetivos de describir las variaciones de madurez dental entre grupos de edad, las variaciones de edad estimada según la maduración dental utilizando una base de datos extensa, analizando los valores adaptados a diferentes poblaciones publicados en estudios mundiales.

Realiza el análisis exhaustivo de los datos publicados previamente, incluyendo la base de datos generada de forma colaborativa por Chaillet y Cols. (13), que incluye la radiografías de una muestra retrospectiva de Australia, Bélgica, Canadá, Inglaterra, Finlandia, Francia, Suecia y Corea. Se excluyeron los individuos con maduración dental completa, quedando 4.081 varones y 3.959 hembras. Se calcularon el promedio, desviaciones estándar y error estándar con un intervalo de confianza de 95% para el índice de maduración en cada edad y

para la edad estimada según el índice de maduración. También calculó la mediana de la etapa de formación para cada diente en intervalos de 1 año, así como la proporción de individuos quienes habrían completado la etapa H. También fue estudiado el rango de etapas de formación dental observada en el grupo de individuos de 7 años de edad

Se graficaron los resultados obtenidos, con el promedio y la desviación estándar, tanto para la maduración dental en función de la edad como para la edad estimada en función de la maduración dental (intervalo de confianza 95%). Al interpretar los gráficos se observa que los intervalos de confianza son bastante amplios, por lo que un niño de 7 a 7,49 años tiene la probabilidad de presentar un índice de maduración dental de 45,04 a 84,30. Igualmente, un paciente con índice de maduración dental de 71 presenta una edad estimada entre 6,26 y 9,37 años.

Los numerosos estudios realizados utilizando el método de Demirjian han arrojado diversos resultados, lo cual se ha interpretado como variaciones entre poblaciones. En consecuencia, los diversos investigadores han cuestionado su validez y han realizado modificaciones al cambiar la ponderación de los valores asignados a los estadios de formación o a proponer ecuaciones complejas para realizar los cálculos de edad a partir de la maduración dental o viceversa. Sin embargo, en el análisis realizado por Liversidge (30), se evidencia que, al graficar la edad estimada de varones según el índice de maduración con intervalo de confianza en 95% (Demirjian) y contrastar con las curvas correspondientes desarrolladas para niños de Alemania, Hungría, Holanda, Polonia, España y Venezuela (5), la mayoría de estas curvas poblacionales caen en el área de confianza del 95% o cerca de su límite inferior (Fig. 13). Cuando no es así, puede deberse a las características inherentes a la muestra: número de individuos por grupo de edad, uso de cálculos matemáticos variados

(funciones cúbicas o compuestas). Aunque las adaptaciones de los valores obtenidas al aplicar estas fórmulas fuerzan los datos a acercarse a la media establecida por Demirjian, (12), la validez de aplicar estos métodos a los datos “crudos” puede ser cuestionable.

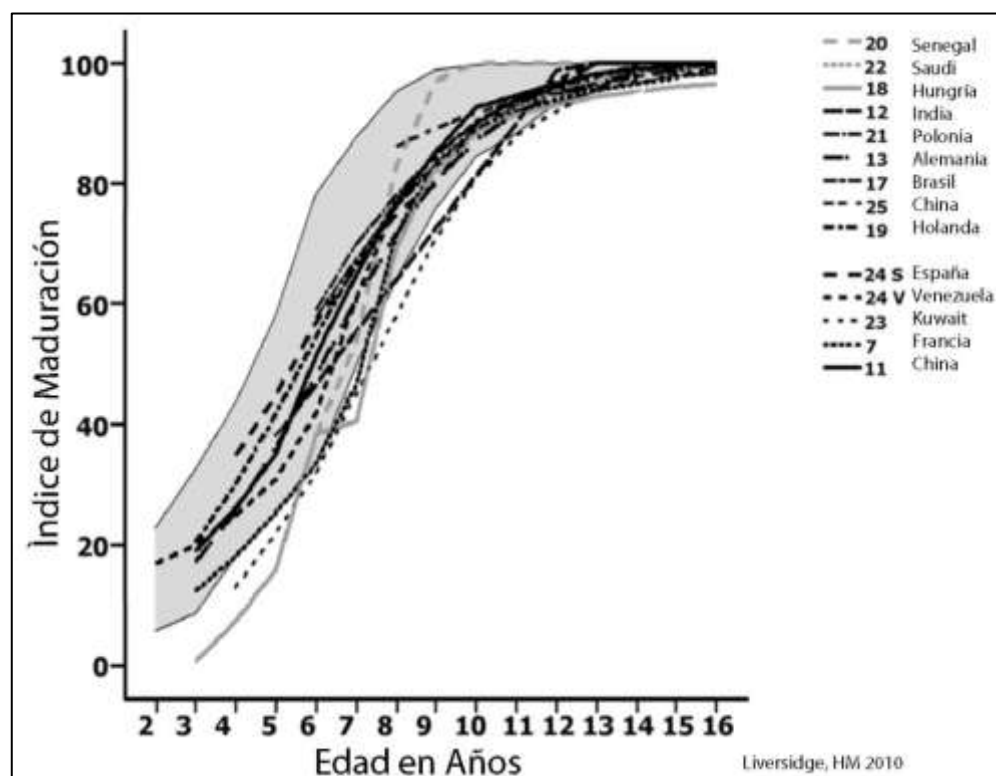


Fig. 13. Promedios de maduración dental adaptados para varones. Estudios de Alemania, Hungría, Holanda, Polonia, Arabia Saudita, Kuwait, Senegal, India, Brasil, China, España y Venezuela

La edad promedio de los individuos que presentan una etapa de maduración dental no mide la maduración del individuo, lo que sólo puede medirse apropiadamente con distribuciones de frecuencias acumulativas. En la práctica, la maduración dental es variable entre las edades, por lo que los índices de maduración presentan, de base, un amplio rango de edad. Esta autora destaca que si la edad de un individuo, estimada a partir del índice de maduración dental, no corresponde con el promedio, la adaptación o conversión del índice

permite al clínico resolver el problema al convertir el índice de una población pequeña en el nuevo promedio. La realización de múltiples estudios con adaptaciones diversas no aporta mucho conocimiento para lograr el entendimiento de la maduración dental.

Una excepción a este planteamiento es el trabajo de Willems y Cols (10), quienes simplifican el procedimiento de estimación de edad al asignarle valores correspondientes a la edad a cada estadio de la dentición, que una vez sumados expresan la edad estimada.

La maduración es un proceso continuo, que arbitrariamente es dividido en etapas o eventos para su estudio. Debe interpretarse que la edad estimada promedio a partir del índice de maduración dental **no** es la edad promedio de individuos que presentan esa etapa de maduración, es la edad antes de la cual la mitad de los niños alcanzan esa etapa de maduración. La medición de la maduración dental como edad dental, engloba un gran número de secuencias de estados de formación dental, las cuales son ponderadas según etapas individuales para cada diente. Esto puede contribuir a que existan diferencias significativas entre la edad dental promedio y la edad cronológica conocida promedio, lo que no debe interpretarse como diferencias poblacionales.

Entonces, se plantea que datos concernientes a la maduración dental de dientes permanentes en diferentes lugares del mundo puede ser presentada en tablas de maduración y edad. Esto permitiría la elaboración de comparaciones y un mejor entendimiento de las variaciones que ocurren entre grupos. A la luz de los conocimientos actuales, las similitudes de patrones de desarrollo de la dentición entre grupos poblacionales hace innecesaria e inadecuada la aplicación de ponderaciones distintas y ecuaciones complejas para adecuar las escalas a las diferentes poblaciones. Esta autora

concluye que el método de Demirjian es una herramienta válida y útil para calcular la maduración dental de cada niño, y probablemente es aplicable a todas las regiones. Sin embargo, no es un método apropiado para determinar diferencias entre grupos étnicos, particularmente con muestras pequeñas, ya que en algunos estudios estas diferencias no son reflejadas, (15) recomendando la utilización del método desarrollado por Willems (30).

Tabla X Cuadro resumen de la relación de la maduración dental con la edad cronológica realizados en diferentes poblaciones mundiales

Autores	País	Muestra	Métodos Utilizados	Relación Edad Dental-Edad Cronológica
García Cárdenas y Cols. 2002 (81)	México	100 Edad 5- 12	Nolla	Buena correlación 0,55-0,80
Hedge y Sood 2002 (82)	India	197 Edad 6-13	Demirjian	Sobrestimación 0,04 hembras -0,14 varones Elevada correlación 0,988 hembras y 0,985 varones (p<0,001)
Leurs y Cols. (90)	Holanda	451 Edad 3-17	Demirjian ^s	Sobrestimación de 0,06-1,28; promedio 0,4 varones y 0,6 hembras. La diferencia es estadísticamente significativa (p<0,05)
Tíneo y Cols. (4)	Venezuela	30 Edad 6-12	Demirjian Greulich y Pyle	Sobrestimación 0,9 años Elevada correlación (0,929)
Maber y Cols. (15)	Reino Unido	946 Edad 3-16,99 Caucásicos e Indios	Willems	Sobrestimación estadísticamente significativa (p<0,001) - 0,12±0,85
			Demirjian	Sobrestimación estadísticamente significativa (p<0,001) 0,24±0,86
			Haakivo	Subestimación estadísticamente significativa (p<0,001) - 0,67±1,01
			Nolla	Subestimación estadísticamente significativa (p<0,001) - 1,02±0,93
Rai y Anand (83)	India	75 Edad 5-14	Willems	Buena correlación con todos los métodos. 0,24-0,25 (±0,18-0,20)
			Haakivo	0,12-0,13 (±0,15-0,25)
			Camariere	0,18-0,20 (±0,20-0,31)
			Nolla	0,27-0,29 (±0,40-0,44)
			Demirjian	0,15-0,18 (±0,44-0,45)
Espina de Fereira y Cols. (3)	Venezuela	30 sanos 15 obesos 15 desnutridos Edad 6-12	Demirjian Greulich y Pyle Ecuaciones de regresión	Sobrestimación edad dental Diferencia significativa entre desnutridos y controles (1,52 años) Mejor estimación de la edad cronológica al combinar edad dental y ósea.
Kurita y Cols 2007 (84)	Brasil	360 Edad 7-15	Nolla	Subestimación Elevada correlación 0,87-0,94 (p<0,05)
			Nicodemo	Subestimación Elevada correlación 0,84-0,93 (p<0,05)
El-Yazed y Cols. (87)	Egipto	378 Edad 6-15	Nolla	Desarrollaron tablas específicas para su población. No comparan con medias de Nolla
Al-Emran (85)	Arabia Saudita	490 Edad 8,5-17	Demirjian ^s	Sobrestimación en la mayoría Variación de -1,97 a +1,34
Tunc y Koyuturk (18)	Turquía	900 Edad 4-12	Demirjian	Fuerte correlación Sobrestimación de 0,50 a 1,44
Lee y Cols (86)	Corea	2706 Edad 1-20	Demirjian ^{s, 8} modificado a 28 dientes	No reportan resultados con Demirjian. Tablas específicas desarrolladas con funciones estiman satisfactoriamente la edad en 92% ±1,0 años
Čuković Bagić y	Croacia	324	Demirjian	Sobrestimación de 1 año

Cols (17)		Edad 6-16		Buena correlación ($p<0,05$)
			Häävikko	Subestimación de 1 año Buena correlación ($p<0,05$)
Rózylo-Kalinowska y Cols. (19)	Polonia	994 Edad 6-16	Demirjian ^s	Sobrestimación de 0,67-1,72 en 77,5%-81,7% de los casos. La diferencia es estadísticamente significativa ($p<0,05$)
Cameriere y Cols. (78)	Croacia Italia España	756 Edad 5-15	Cameriere	Leve subestimación varones 0,036 Hembras 0,081
			Demirjian	Sobrestimación varones -0,611 hebras -0,750
			Willems	Sobrestimación varones -0,247 Subestimación hembras 0,073
Cruz-Laneira y Cols. (5)	Venezuela	200 Edad 2-18	Demirjian Chaillet	Elevada correlación con método Demirjian y Chaillet Demirjian: Subestimación -0,23- -0,1 años Chaillet: Subestimación -0,48— -0,61
	España	308 Edad 2-18	Elaboración de ecuaciones: funciones cúbicas y compuestas	Elevada correlación con método Demirjian y Chaillet Demirjian: Sobrestimación 0,76-0,88 años Chaillet: Sobrestimación 0,85-0,88
Butti y Cols. (91)	Italia	500 Edad 5-15	Häävikko	Subestimación -2,31 a 0,05 DS 0,21-0,77 Buena correlación 0,95
Phillips y van Wyk Kotze (88)	Sur Africa	914 blancos y mestizos	Moorrees	Subestima en 0,91 al 89,2%
			Demirjian	Sobrestima en 0,89 al 85,7%
		91 negros	Moorrees	Subestima en 96,7%
			Demirjian	Sobrestima en 90,0%
		153 indios Edad 3-16	Moorrees	Subestima en 93,7%
Phillips y van Wyk Kotze (44)	Sur Africa	1006 blancos y mestizos	Demirjian	Sobrestima en 79,2%
			Moorrees	Subestimación de la mayoría. 38,4% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,633 ($p<0,05$)
		Edad 3-17	Demirjian	Sobrestimación. 58,8% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,913 ($p<0,05$)
			Tablas de Philips	88,4% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,966
			Moorrees	Subestimación de la mayoría. 19,6% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,54 ($p<0,05$)
		234 indios	Demirjian	Sobrestimación. 46,4% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,306 ($p<0,05$)
			Tablas de Philips	75% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,651
		65 etnia Xhosa	Moorrees	Subestimación de la mayoría. 13,8% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,784 ($p<0,05$)
			Demirjian	Sobrestimación. 49,2% en el rango de 1 año. NO hay correlación significativa 0,014
			Tablas de Philips	62,2% en el rango de 1 año. Correlación significativa 0,716
Chen y Cols. (89)	China	445 Edad 8-16	Demirjian ^s	Sobrestimación en la mayoría 0,0071-1,3
Maia y Cols. (21)	Brazil	1491 Edad 7-13	Demirjian ^s	Sobrestimación estadísticamente significativa ($p<0.0001$) - 0,69+1,93
El-Bakary y Cols. (20)	Egipto	286 Edad 5-16	Willems	Sobrestimación de 0,15±0,62 Acertado en 98,2%
			Camariere	Subestimación -0,29±1,04 Acertado en 98,02%
Bagherpour y Cols. (92)	Irán	311 Edad 6-13	Demirjian	Sobrestimación en la mayoría. 0,34±0,86 varones y 0,25±0,78 hembras

2.4 DETERMINACIÓN DE LA MADURACIÓN DENTAL EN LA POBLACIÓN VENEZOLANA

2.4.1 Estudios clínicos de erupción dental en la población Venezolana

Aunque en la presente investigación no se contemplan los métodos de determinación de edad dental por medio de la evaluación clínica de emergencia o erupción dental, deben destacarse los resultados arrojados por trabajos previos realizados en la población venezolana. Se han realizado diversos estudios que describen la cronología y secuencia de erupción de los dientes en esta población. De ellos, el más amplio es el realizado por FUNDACREDESA (22) en el que se detalla la emergencia y erupción observada clínicamente, en una muestra de 53.537 venezolanos desde el nacimiento hasta los 20 años de edad. Observaron pequeñas diferencias entre géneros y entre grupos sociales, siendo el patrón de emergencia más frecuente 41, 31, 36, 46, 16, 26, 11, 21, 42, 32, 22, 12, 24, 33, 34, 44, 14, 43, 23, 13, 45, 35, 25, 15, 47, 37, 27, 17.

Venezuela es un país muticultural y multiétnico, en el que pueden observarse diferencias en la maduración dental entre grupos poblacionales. Morón y Cols. (24) compararon la cronología y secuencia de erupción de 512 niños con edades de 6 a 17 años, integrantes de la etnia indígena Wayúu, utilizando la misma metodología del FUNDACEDESA. (22) Al comparar la mediana de la emergencia de cada diente concluyeron que éstos presentaron erupción precoz en comparación con un grupo control de niños criollos, siendo la secuencia de erupción similar al del resto de la población venezolana. Estos autores atribuyen parcialmente las diferencias observadas a la influencia de factores

inherentes a su cultura, como el amamantamiento y la introducción temprana de alimentos sólidos en la dieta, además de presentar un bajo índice de pérdidas prematuras.

2.4.2 Estimación radiográfica de la maduración dental en la población

Venezolana

a. Utilización del método de Demirjian

La relación de la edad dental con la edad ósea y cronológica fue evaluada por Tineo y Cols. en 2006. (4) Estos autores realizaron un estudio preliminar en el que estimaron la edad dental y ósea de 30 niños sanos en Maracaibo, Estado Zulia, utilizando los métodos de Demirjian (2) y Greulich y Pyle (32) respectivamente. Obtuvieron fuerte correlación entre la edad cronológica y la edad dental (0,929) y esquelética (0,918). La edad ósea promedio fue 0,5 años menor que la edad esquelética determinada con éste método y la edad dental estimada fue 0,9 años mayor a la edad cronológica, determinando que la edad dental fue 1,5 años mayor que la ósea. Al combinar los métodos de estimación de edad utilizando ecuaciones polinómicas, el resultado fue más exacto que al utilizar un solo indicador.

En 2007, Espina de Ferreira y Cols. (3) publicaron un estudio realizado en 60 niños del Estado Zulia, en los cuales se realizó la determinación de la maduración dental utilizando el método de Demirjian. (2) Los observadores fueron calibrados en el Laboratorio de Odontología Forense de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia. El objetivo de este estudio preliminar fue relacionar la edad ósea, dental y cronológica y determinar diferencias entre individuos de talla y peso normal y niños obesos y desnutridos. Para ello

seleccionaron 30 pacientes control, 15 obesos y 15 desnutridos pertenecientes a zonas escolares en Maracaibo.

Hubo correlación positiva, estadísticamente significativa entre la edad cronológica, la edad dental ($r=0,929$) y la edad ósea ($r=0,918$), pero hallaron que para la totalidad de la muestra, la edad dental fue mayor que la edad cronológica y ósea, como reportan estudios en otras poblaciones. Los niños desnutridos presentaron una edad dental promedio 1,52 años menor que el grupo control, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Los niños obesos presentaron edad dental mayor que el grupo control, pero sin significación estadística. Concluyen que el estado de maduración de la edad ósea y dental puede estar influenciado por el estado nutricional y que el método de Demirjian, (2) combinado con el de Greulich y Pyle (32) permiten identificar de forma satisfactoria la edad somática de los niños en esta población.

b. Comparación entre los métodos de Demirjian y Chaillet

En 2009, Cruz-Landeira y Cols. (5) realizaron un estudio en el que comparan la maduración dental y la estimación de la edad a partir de esta, en un grupo de 200 niños Venezolanos (con registros de la Universidad de los Andes) y 308 niños Españoles (con registros de la Universidad de Santiago de Compostela). Se realizó la diferencia étnica destacando que los niños venezolanos son Amerindios y los españoles Caucásicos. Excluyeron a pacientes con radiografías defectuosas, enfermedades sistémicas, nacimiento prematuro, agenesias dentales bilaterales en mandíbula o falta de registros adecuados de fecha de nacimiento.

Estos autores realizaron el cálculo del Índice de Maduración dental utilizando el

método propuesto por Demirjian y Goldstein (12) y el propuesto por Chaillet y Cols (13), además de desarrollar modelos de predicción (regresiones polinómicas o múltiples) para ambas poblaciones.

Las radiografías panorámicas de las 508 niños fueron digitalizadas y analizadas por un observador (con coeficiente kappa intra-observador de 0,80 a 0,89) determinando el índice de maduración dental y obteniendo la edad dental según Demirjian y Chaillet. Se calcularon las diferencias entre la edad dental estimada y la edad cronológica utilizando prueba *t* con $p < 0,05$.

La correlación lineal entre la edad dental calculada con Demirjian y la edad cronológica demostró que la edad estimada era mayor que la real (sobrestimada) para el grupo de españoles (de $0,76 \pm 1,01$ para varones y $0,88 \pm 1,09$ para hembras) y era menor que la real (subestimada) para el grupo de venezolanos ($-0,23 \pm 0,93$ para varones y $-0,1 \pm 1,04$ para hembras). El 100% de la maduración dental se obtuvo a la edad de 12 años para los españoles y a los 14,1 años para los venezolanos.

La correlación lineal entre la edad dental calculada con Chaillet y la edad cronológica, también fue fuerte, demostrando una menor sobrestimación que el método anterior para el grupo de españoles (de $0,37 \pm 1,04$ para varones y $0,21 \pm 1,07$ para hembras); pero la subestimación fue mayor para el grupo de venezolanos ($-0,48 \pm 0,92$ para varones y $-0,61 \pm 1,07$ para hembras). El 100% de la maduración dental se obtuvo a la edad de 14,2 años para los españoles y a los 16,8 años para los venezolanos.

Con cualquiera de los métodos, los españoles presentaron mayor grado de maduración dental que los venezolanos, siendo esta diferencia estadísticamente

significativa. Hubo menor error al estimar la edad con Chaillet para los españoles y con Demirjian para los venezolanos.

Al realizar los cálculos de funciones polinómicas, se tomó la edad cronológica como variable dependiente y la maduración dental como variable independiente. Se calcularon funciones polinómicas compuestas y cúbicas para ambos análisis.

Al aplicar la función cúbica para el método de Chaillet se obtuvo una mejor estimación de la edad. Igualmente, al aplicar la función compuesta para Demirjian se obtuvo mayor exactitud.

Estos autores destacan que, en estudios previamente reportados, el método de Demirjian no es preciso al estimar la edad por lo que, aunque sencillo de usar, puede producir una sobrestimación de la misma. Igualmente, el método de Chaillet puede no predecir la edad de forma confiable en todas las poblaciones.

Se hace necesario, entonces, el desarrollo de índices para poblaciones específicas, así como el cálculo de modelos de regresión que reflejen la edad cronológica en función del índice de maduración para cada población. Estos autores refuerzan la idea de que debe incentivarse el uso del método de Chaillet, con curvas específicas para cada población, ya que el mismo es más apropiado.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Documental (serán analizados registros radiográficos previamente recopilados)
- Estudio descriptivo, retrospectivo, correlacional

3.1.1 Población y Muestra

La población la constituyen el total de registros radiográficos de pacientes pediátricos diagnosticados y atendidos en una clínica odontológica privada.

La muestra incluyó pacientes con edades de 5 a 13 años ambos inclusive, seleccionada de manera estratificada, teniendo especial cuidado de incluir al menos 15 radiografías correspondientes a varones y 15 a hembras, representativos de cada edad cronológica, en los que la edad se expresa en años cumplidos al momento de la toma radiográfica.

a. Criterios de Inclusión

Radiografías panorámicas de buena calidad, en las que se observen todos los gérmenes dentales claramente. Estas radiografías fueron tomadas previamente como parte del diagnóstico integral de los pacientes (66) (67) y no se realizaron tomas específicas para la investigación. Deben visualizarse claramente ambos cóndilos, el borde inferior de ambas órbitas y el borde antero-inferior de la mandíbula. Los incisivos no deben estar magnificados ni minimizados. (93)

Niños aparentemente sanos

b. Criterios de Exclusión

Radiografías de poca calidad, con distorsión o en las que no se observen claramente los gérmenes dentales.

Niños con nacimiento prematuro, pacientes con síndromes, enfermedades sistémicas o nutricionales.

Pacientes con alteraciones de número dental: ausencia congénita o dientes supernumerarios

Pacientes con pérdidas prematuras de dientes primarios, por caries, traumatismo o terapia de exodoncias guiadas

Pacientes con tratamiento ortodóncico

Antecedentes de traumatismos dentofaciales

3.1.2 Variables del Estudio

a. Descripción Conceptual

La edad de cada sujeto fue identificada en forma decimal representando años cumplidos al momento de la toma de la radiografía. Dependiendo del método de estudio a utilizar, se tomaron en consideración como entero o como decimal, según indique la técnica.

El género se consideró femenino o masculino, según el sexo del paciente.

Los estadios de maduración dental fueron tomados según especifique cada método

en particular.

Las representaciones gráficas originales presentadas por los autores sirvieron de parámetro para la identificación de cada estadio.

- En el análisis de Schour y Massler: (7) (8)

La edad cronológica se agrupó, como indican las tablas de estos autores, tomando la edad en años cumplida ± 6 meses, estableciendo un total de 6 grupos con intervalos de un año. Para cada grupo se ubicaron los pacientes según la edad de 6 años ± 6 meses, 7 años ± 6 meses, 8 años ± 6 meses, 9 años ± 6 meses, 10 años ± 6 meses y 11 años ± 6 meses.

Se evaluó la posición relativa de cada uno de los gérmenes de los dientes permanentes, así como la formación radicular y la exfoliación de dientes primarios, tanto superiores como inferiores, de las hemiarquadas derechas. Siendo este un método compuesto, tipo atlas, en el cual se compara la imagen observada en la radiografía panorámica con las tablas propuestas por los autores, se determinó la edad dental tomando en consideración las imágenes que sean más concordantes, tomando nota de los datos que sean discordantes. Para ello se construyeron tablas con los promedios graficados tanto para erupción como para formación radicular. Para cada diente se evaluaron tres aspectos: la coincidencia en formación radicular, la emergencia (observada por falta de barrera ósea) y su llegada al plano de oclusión, según establecido por Lewis y Garn. (36) La evaluación de la erupción dental en radiografías panorámicas fue descrita por Lew. (94) Se comparó con las tablas de la Fig. 14.

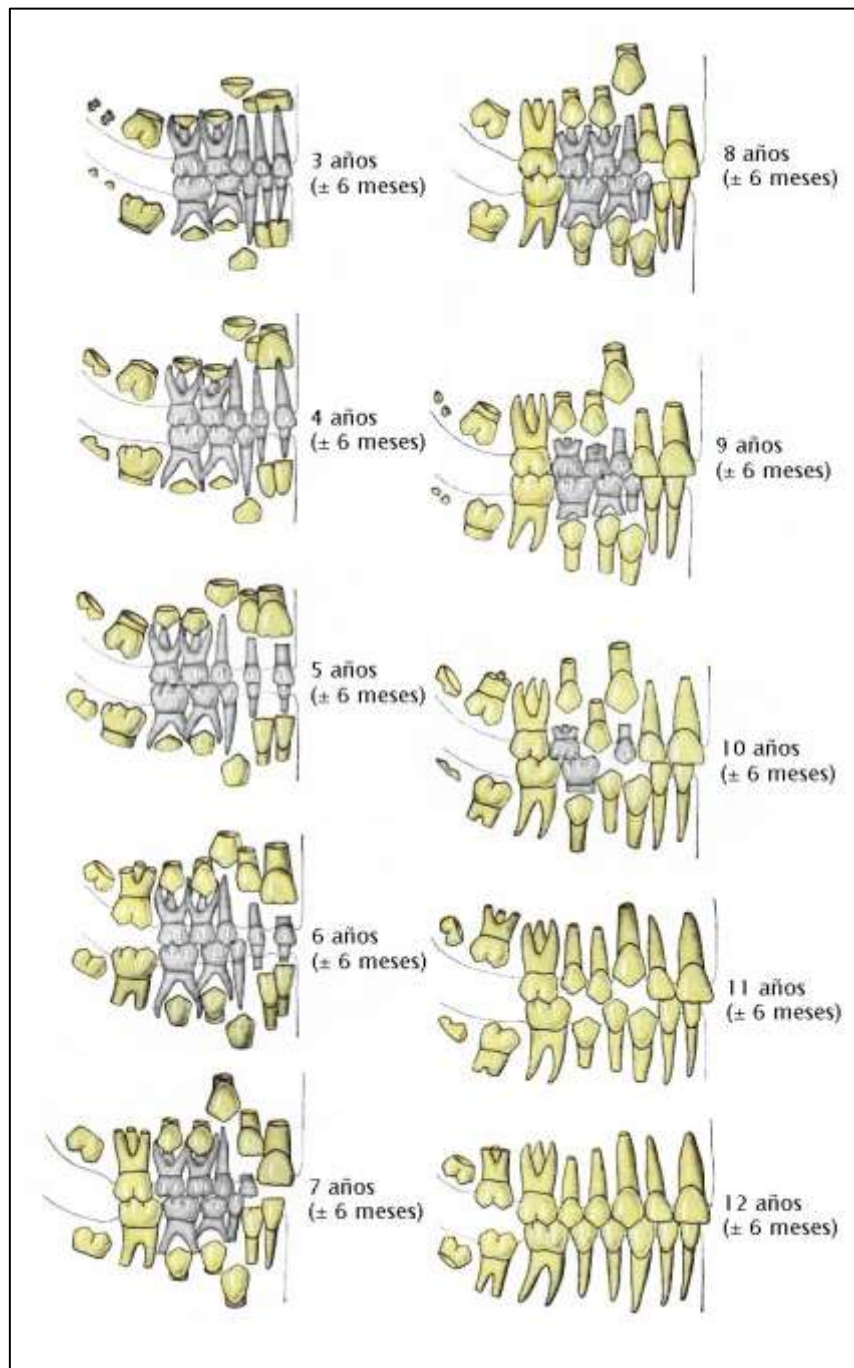


Fig. 14. Puntos evaluados en el análisis de Schour y Massler

Tabla XI Formación radicular y erupción dental estimada en las tablas de Schour y Massler (adaptación propia)

		Edad										
		DT	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Formación Radicular Numeración de Nolla	21	5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10	10	
	22	4	5	6	6,5	7	8	8,5	9	10	10	
	23	3	3	4	5	6	6,5	7	8	9	10	
	24	3	3	4	5	6	6,5	7	8	9	10	
	25	3	3	4	5	6	6,5	7	8	9	10	
	26	6	6,2	6,5	7	8	9	10	10	10	10	
	27	2	3	4	5	6	6,5	7	7,5	8	9	
	31	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10	
	32	5	6	7	8	8,5	9	10	10	10	10	
	33	3	3	4	5	6	6,5	7	8	9	10	
	34	3	3	4	5,5	6,5	7	8	9	9,5	10	
	35	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10	
	36	6	6,2	6,5	7	8	9	10	10	10	10	
	37	2	3	4	5	6	6,5	7	7,5	8	9	
		Edad										
		DT	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estadio de erupción	21	B	B	B	B	S	E	E	E	E	E	E
	22	B	B	B	B	B	S	E	E	E	E	E
	23	B	B	B	B	B	B	B	B	S	E	E
	24	B	B	B	B	B	B	B	S	E	E	E
	25	B	B	B	B	B	B	B	B	S	E	E
	26	B	B	B	S	E	E	E	E	E	E	E
	27	B	B	B	B	B	B	B	B	B	S	E
	31	B	B	B	B	S	E	E	E	E	E	E
	32	B	B	B	B	S	S	E	E	E	E	E
	33	B	B	B	B	B	B	B	S	S	E	E
	34	B	B	B	B	B	B	B	S	E	E	E
	35	B	B	B	B	B	B	B	B	S	E	E
	36	B	B	B	S	E	E	E	E	E	E	E
	37	B	B	B	B	B	B	B	B	B	S	E

- En el análisis de Nolla: (9)

La edad se calculó en forma decimal restando la fecha de nacimiento a la fecha de la toma radiográfica. Se determinó la etapa de formación radicular de los 7 dientes mandibulares y de los 7 dientes maxilares: incisivo central (I_1), incisivo lateral (I_2), Canino (C), primer premolar (PM_1), segundo premolar (PM_2), primer molar permanente (M_1) y segundo molar permanente, primer molar permanente (M_2), asignándoles el valor ponderado

Se sumaron los valores ponderados y el resultado se comparó con la tabla de estimación de edad dental para obtener la misma. Se comparó la edad cronológica con la edad dental estimada.

- En el análisis de Moorrees: (1)

La edad se calculó en forma decimal restando la fecha de nacimiento a la fecha de la toma radiográfica. El resultado se trasladó al gráfico propuesto por Moorrees y Cols, trazando una línea vertical en el número correspondiente.

Se determinó la etapa de formación radicular de los 7 dientes mandibulares y dos maxilares: incisivo central (I^1), incisivo lateral (I^2), incisivo central (I_1), incisivo lateral (I_2), Canino (C), primer premolar (PM_1), segundo premolar (PM_2), primer molar permanente (M_1) y segundo molar permanente, primer molar permanente (M_2). No se tomaron en cuenta los terceros molares por ser una población muy joven.

Se comparó la formación radicular observada con la estimada para su edad

observando el sitio en el que se interseca la vertical de la edad con la horizontal de la media de formación dental para cada germen. Se consideró perfecta coincidencia cuando este punto recaía directamente en la media, buena precisión si se encontraba en el segmento de una desviación estándar, pobre precisión si recaía en la segunda desviación estándar y no coincidente si recaía fuera del segmento correspondiente.

- En el análisis de Demirjian: (2)

La edad se calculó en forma decimal restando la fecha de nacimiento a la fecha de la toma radiográfica. Se determinó la etapa de formación radicular de los 7 dientes mandibulares: incisivo central (I_1), incisivo lateral (I_2), Canino (C), primer premolar (PM_1), segundo premolar (PM_2), primer molar permanente (M_1) y segundo molar permanente), primer molar permanente (M_2), asignándoles el valor ponderado

Se sumaron los valores ponderados y el resultado se comparó con la tabla de estimación de edad dental para obtener la misma.

Se comparó la edad cronológica con la edad dental estimada

- En el análisis de Willems: (6)

La edad se calculó en forma decimal restando la fecha de nacimiento a la fecha de la toma radiográfica. Se determinó la etapa de formación radicular de los 7 dientes mandibulares: incisivo central (I_1), incisivo lateral (I_2), Canino (C), primer premolar (PM_1), segundo premolar (PM_2), primer molar permanente (M_1) y segundo molar permanente), primer molar permanente (M_2), utilizando

los parámetros indicados. Se asignaron los valores individuales ponderados. Se sumaron los valores ponderados y el resultado se comparó con la tabla de estimación de edad dental para obtener la misma.

Se comparó la edad cronológica con la edad dental estimada

Fig. 15. Instrumento de recolección de datos

CASO _____ Sexo: F M
 Fecha _____ Edad _____

Etapas de formación dental de Nolla

0 1 2 2.5 3 3.5 4 5 6 6.2 6.5 6.7 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10

Etapas de formación dental de Moorrees

0 1 2 2.5 3 3.5 4 5 6 6.2 6.5 6.7 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10

Etapas de formación dental de Demirjian

0 1 2 2.5 3 3.5 4 5 6 6.2 6.5 6.7 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10

ERUPCIÓN
 1=con barrera ósea
 2=sin barrera ósea
 3=enrupción completa

ERUPCIÓN
 1=con barrera ósea
 2=sin barrera ósea
 3=enrupción completa

	Nolla: _____	Erupción	Nolla	Erupción	Moorrees	DS (±1, ±2)	Demirjian	Puntos D	Willem's
21		31							
22		32							
23		33							
24		34							
25		35							
26		36							
27		37							
Total						M	DM		W

b. Operacionalización de las Variables

Tabla XII Operacionalización de las variables

VARIABLE	DIMENSIONES	SUB-DIMENSIONES	INDICADORES
Características demográficas	Edad	Edad real	Años cumplidos al momento de la toma radiográfica, expresados en forma decimal
		Intervalos de 1 año	Años cumplidos $\pm$ 6 meses
	Género		femenino o masculino
Maduración dental	Schour y Massler	Coincidencia erupción de etapa de formación radicular	Formación radicular Nolla Erupción: Barrera Ósea, Emergencia, Oclusión Porcentaje coincidencia
	Nolla	Identificación de la etapa de formación radicular, $I_1, I_2, C, PM_1, PM_2, M_1, M_2$, superior e inferior	Etapas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Edad dental estimada Diferencia entre edad cronológica y edad dental estimada
	Moorrees	Coincidencia de etapa de formación radicular $I^1, I^2, I_1, I_2, C, PM_1, PM_2, M_1, M_2$ determinada según tabla con gráfico para edad	Etapas $C_i, C_{co}, C_{\frac{1}{2}}, C_{\frac{3}{4}}, C_c, R_i, Cl_i, R_{\frac{1}{4}}, R_{\frac{1}{2}}, R_{\frac{3}{4}}, R_c$ y $A_{1/2}, A_c$ Coincidencia exacta, +1DS, -1DS, +2DS, -2DS Porcentaje de coincidencia
	Demirjian	Identificación de la etapa de formación radicular, asignación de valor ponderado, estimación de edad según tabla	Etapas A, B, C, D, E, F, G, H Edad dental estimada Diferencia entre edad cronológica y edad dental estimada
	Willems	Identificación de la etapa de formación radicular, estimación de edad según tabla	Edad dental estimada Diferencia entre edad cronológica y edad dental estimada

3.1.3 Recolección, Procesamiento y Análisis de Datos

a. Técnicas de Recolección de datos:

La información concerniente a edad de nacimiento y de toma de radiografías, así

como género y estadio de formación dental se registró en fichas diseñadas para tal finalidad.

Las radiografías se observarán en negatoscopio, con luz apropiada. Se tomarán fotografías digitalizadas con cámara Nikon 10 Megapíxeles para analizar utilizando programa Adobe® Photoshop® SC4 Versión 11.0 ©1990-2008 Adobe Systems Incorporated, Estados Unidos.

Cada radiografía fue analizada por el mismo observador, con un máximo de 10 radiografías por sesión.

b. Instrumentos de Recolección de datos:

- Hojas de Registro
- Computadora Desktop Dell™ con hoja de cálculo en Microsoft® Office Excel 2007 © 2008 Microsoft Corporation, EEUU.

c. Técnicas de Procesamiento de Datos

- Transcripción y tabulación de los datos en programa Microsoft® Office Excel 2007 © 2008 Microsoft Corporation, Estados Unidos.
- Procesamiento de datos computarizado con software estadístico PASW® Statistics 18 (SPSS 18), © 2009 SPSS Inc., EEUU.

d. Técnica de Análisis de Datos

- Descriptivas: frecuencias, cuadros, gráficos, porcentajes
- Cuantitativas: promedio, media y moda de los valores obtenidos
- Comparación entre las medias de erupción dental y formación radicular entre edad dental estimada y edad cronológica para Schour y Massler
- Para Moorrees: estimación del porcentaje de casos que tienen una desviación estándar, dos desviaciones estándar o más.
- ANOVA para comparar medias de diferencia entre edad estimada y edad cronológica en los métodos de Nolla, Demirjian y de Willems y para comparar los métodos entre sí.
- Comparación de los índices de correlación obtenidos para cada método
- *Cálculo de la concordancia intra-observador utilizando el coeficiente Kappa, seleccionando 10% de los pacientes, de forma aleatoria, y aplicando las tablas de determinación de maduración dental de los cuatro métodos gráficos. Comparación de la concordancia obtenida con cada método.*

Se fijó $p=0,05$ con un intervalo de confianza de 95% para algunas pruebas y $p=0,01$ con un intervalo de confianza de 99% para otras.

3.1.4 Procedimientos

- Registro de los datos pertinentes de cada paciente en la ficha diseñada.
- Digitalización de las imágenes radiográficas.
- Estimación de la edad dental utilizando cada uno de los métodos para cada caso.
- Tabulación y procesamiento de datos.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

Se seleccionaron las radiografías de pacientes sanos, que no hubieran recibido tratamiento ortodóncico, sin pérdidas prematuras de dientes primarios y sin antecedentes de traumatismos. La muestra total estuvo constituida por 238 radiografías panorámicas, 117 varones y 121 hembras (Tabla XIII) . La distribución entre edades fue similar, con excepción de los grupos de 11, 12 y 13 años, en los que, al aplicar los criterios de exclusión, disminuyó el número de individuos.

La edad legal corresponde a los años cumplidos (en enteros) al momento de la toma radiográfica. La edad cronológica corresponde a la edad en decimales calculada al restar la fecha de nacimiento a la fecha de la toma radiográfica. (Tabla XIV) La correlación entre ambas es de 0,993 (Correlación de Pearson, dos colas $p=0,01$). Se observó homogeneidad entre géneros en cuanto a media y desviación estándar de edad. (Fig. 16)

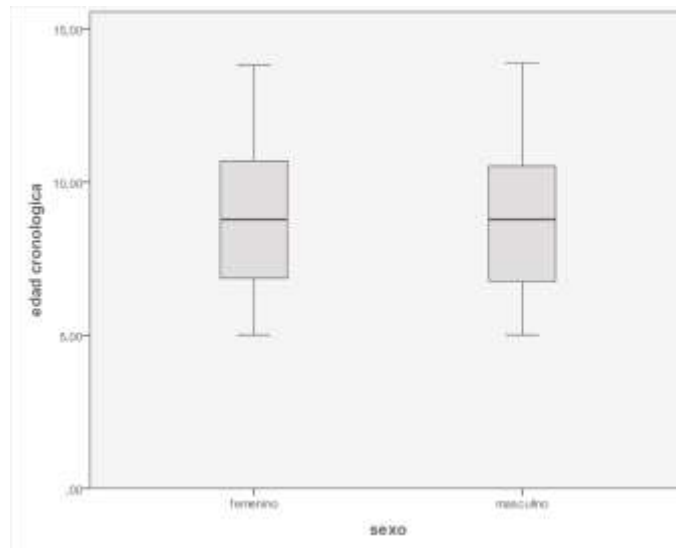
Tabla XIII Distribución de la muestra según edad y género

Edad	femenino	masculino	Total
5,00 a 5,99	16	15	31
6,00 a 6,99	16	16	32
7,00 a 7,99	15	16	31
8,00 a 8,99	16	15	31
9,00 a 9,99	17	16	33
10,00 a 10,99	17	14	31
11,00 a 11,99	12	14	26
12,00 a 12,99	8	4	12
13,00 13,99	4	7	11
Total	121	117	238

Tabla XIV Media y desviación estándar de la edad de la muestra

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
edad cronológica	238	8,86	2,340	0,151
edad legal	238	8,37	2,309	0,150

Fig. 16. Gráfico de cajas. Medias y desviación estándar de la muestra según el género



4.2 CONCORDANCIA INTRAOBSERVADOR

Para todos los métodos a analizar se realizó el cálculo del coeficiente Kappa. (95) Para ello se seleccionaron 28 pacientes distribuidos de forma estratificada en edades y género. Las variables de erupción y formación dental fueron registradas dos veces por el mismo observador, en días diferentes con un máximo de 10 pacientes por sesión. Se utilizó cada técnica como descrita previamente, analizando cada etapa para cada diente. Los resultados obtenidos fueron tabulados y se calculó el Kappa para cada técnica. (Tabla XV)

Tabla XV Coeficiente Kappa para cada método

Método	K	error
Erupción	0,771	0,030
Nolla	0,677	0,033
Moorrees	0,676	0,038
Demirjian	0,746	0,036

En todos los casos, el coeficiente K estuvo en el intervalo de 0,61 hasta 0,80 siendo los valores considerados como concordancia sustancial. Además, para todos los casos el error en el cálculo de K fue menor al 5%.

La evaluación de la erupción en tres etapas presentó considerable concordancia intraobservador.

Al comparar los métodos de medición de la maduración dental, el de Demirjian, que es el que divide el proceso de maduración en menor cantidad de etapas, es el que tuvo mayor concordancia intraobservador. Los métodos de Nolla y de Moorrees presentaron concordancia muy similar, a pesar de que ambos métodos son diferentes en cuanto a la medición de la maduración dental.

4.3 SCHOUR Y MASSLER

4.3.1 Erupción

Se observó la erupción de cada diente para cada edad. Para la totalidad de la muestra, la moda calculada (Tabla XVI) indica que a los 5 años de edad no hubo diente erupcionado, a los 6 el diente erupcionado fue el incisivo central inferior. A los 7 años erupcionaron los primeros molares permanentes superior e inferior así como el incisivo central superior y a los 8 años los incisivos laterales superiores e inferiores. A los 9 y 10 años no se observó nueva erupción dental. A los 11 años llegan al plano de oclusión el primer premolar superior, el canino y primer premolar inferior y a los 12 años el canino superior y los segundos premolares superior e inferior. El segundo molar permanente no se observa completamente erupcionado en el grupo estudiado a los 13 años.

Tabla XVI Moda de Erupción por edad, 1Barrera ósea, 2 sin barrera, 3 Erupcionado

edad legal	21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1
6,00 a 6,99	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	3	1
7,00 a 7,99	3	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1
8,00 a 8,99	3	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1
9,00 a 9,99	3	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1
10,00 a 10,99	3	3	1	1	1	3	1	3	3	3	1	1	3	1
11,00 a 11,99	3	3	2	3	1	3	1	3	3	3	3	2	3	1
12,00 a 12,99	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
13,00 a 13,99	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3

La media erupción de cada diente fue graficada (Fig. 17, Fig. 17). Para todos los dientes, excepto el primer premolar, los inferiores erupcionaron antes que los superiores. El primer diente en erupcionar es

el incisivo central inferior, seguido del primer molar permanente inferior y superior. La primera etapa de dentición mixta se completa con la erupción del incisivo lateral inferior y luego del superior. Posteriormente, cercano a los 9 años, hay un periodo en el que no hay erupción completa de otro diente, hasta que comienza la segunda etapa de dentición mixta con emergencia casi simultánea de canino inferior, primer premolar inferior y superior; seguidos del segundo premolar superior e inferior. El segundo molar permanente hace erupción tardía, y en la media no estuvo completamente erupcionado a los 13 años de edad.

Se calculó la media y la desviación estándar para cada diente, según la edad legal y el género (Tabla XVII). Se observaron pequeñas diferencias en la cantidad de erupción por edad para entre géneros, sin llegar a una etapa completa. La diferencia entre medias de erupción dental entre géneros fue analizada utilizando la prueba t de Student, fijando $p=0,05$. Se obtuvo que, a pesar de haber pequeñas diferencias entre género para todos los dientes, la única de ellas que fue estadísticamente significativa fue el canino inferior, el cual presentó una erupción ligeramente más acelerada en las hembras al comparar con los varones.

Para comparar la erupción dental de la muestra con las tablas de Schour y Massler fue necesario agrupar los pacientes por edad en rangos que va de 6 meses antes y después de la edad cumplida (Ej. 6 años $\pm$ 6 meses = 5,5 a 6,49 años)

Al realizar la comparación de la moda de la erupción observada y la que se refleja en los gráficos de Schour y Massler, se perciben diferencias en algunos dientes (Tabla XVIII, Fig. 19). El incisivo central inferior erupcionó primero en la muestra, siendo que a los 6 años ese diente ya estaba en el plano de oclusión, mientras que en el gráfico de Schour y Massler ese diente no lo ha hecho. El comportamiento observado para los primeros molares permanentes e incisivo central superior es igual al propuesto en los gráficos de Shour y Massler entre los 6 y los 7 años. A los 8 años erupcionó el incisivo lateral inferior,

antes de lo establecido, siendo que a los 9 años lo observado en la muestra es igual que lo propuesto por Schour y Massler. Las diferencias observadas a los 9 años radican en que el primer premolar inferior erupcionó antes que en el gráfico. A los 10 años la diferencia observada es que el canino inferior no ha completado su erupción y el canino superior y segundo premolar inferior están más adelantados. A los 12 años la única diferencia entre ambos es que el canino superior aún no se observó completamente erupcionado en la muestra.

La diferencia entre las medias de erupción dental entre la muestra y las Tablas de Schour y Massler fue analizada utilizando la prueba ANOVA, fijando $p=0,05$, comparando por diente y en grupo de edades. Se obtuvo que, a pesar de haber pequeñas diferencias para algunos dientes en las diferentes edades, la única diferencia estadísticamente significativa la presentó la erupción del incisivo central inferior en el grupo de 6 años, completando su erupción de forma más adelantada en la muestra. (Tabla XVIII)

La secuencia propuesta por Schour y Massler para la primera etapa de dentición mixta empieza por la erupción de los primeros molares permanentes, mientras que en la muestra se observó que los incisivos centrales inferiores fueron los primeros en erupcionar.

La secuencia propuesta para la segunda etapa de dentición por Schour y Massler es que en el arco inferior erupciona primero el canino, seguido del primer premolar y luego el segundo premolar; en el arco superior erupciona el primer premolar, luego el segundo y luego el canino. En la muestra se observó que en el arco inferior erupcionó en primer premolar, seguido del canino y el segundo premolar; en el arco superior la secuencia fue primer premolar seguido de segundo premolar y canino simultáneamente.

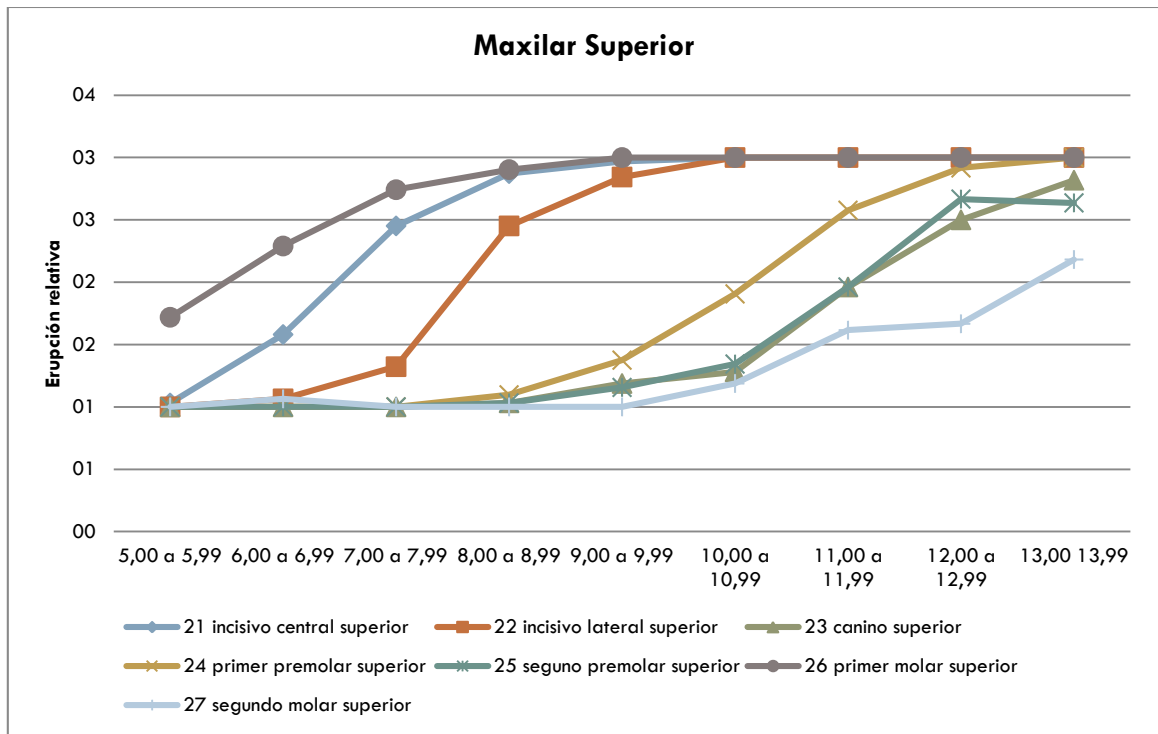


Fig. 17. Gráfico de líneas. Erupción de dientes permanentes en el maxilar superior según edad

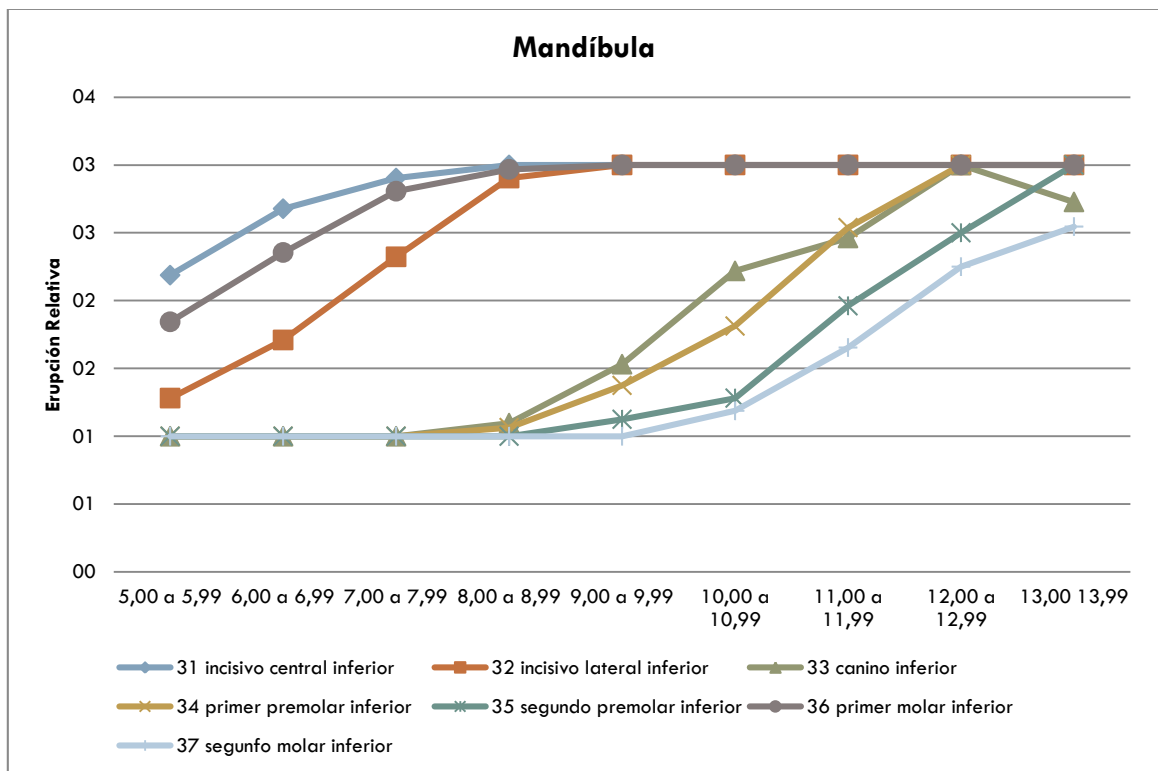


Fig. 18. Gráfico de líneas. Erupción de dientes permanentes en la mandíbula superior según edad

Tabla XVII

Valores de erupción media y desviación estándar para cada diente. Distribución según edad y género

edad legal			sexo	21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	femenino	Media		1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,63	1,00	2,13	1,13	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00
		DS		0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,72	0,50	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00
	masculino	Media		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,81	1,00	2,25	1,44	1,00	1,00	1,00	1,94	1,00
		DS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,77	0,73	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00
	Total	Media		1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,72	1,00	2,19	1,28	1,00	1,00	1,00	1,84	1,00
		DS		0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,74	0,63	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00
6,00 a 6,99	femenino	Media		1,94	1,13	1,00	1,00	1,00	2,56	1,13	2,81	1,94	1,00	1,00	1,00	2,69	1,00
		DS		1,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,51	0,50	0,54	0,85	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00
	masculino	Media		1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,53	1,47	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00
		DS		0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,74	0,64	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00
	Total	Media		1,58	1,06	1,00	1,00	1,00	2,29	1,06	2,68	1,71	1,00	1,00	1,00	2,35	1,00
		DS		0,89	0,25	0,00	0,00	0,00	0,64	0,36	0,65	0,78	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
7,00 a 7,99	femenino	Media		2,47	1,47	1,00	1,00	1,00	2,67	1,00	3,00	2,40	1,00	1,00	1,00	2,73	1,00
		DS		0,83	0,64	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
	masculino	Media		2,44	1,19	1,00	1,00	1,00	2,81	1,00	2,81	2,25	1,00	1,00	1,00	2,88	1,00
		DS		0,89	0,40	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,54	0,68	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00
	Total	Media		2,45	1,32	1,00	1,00	1,00	2,74	1,00	2,90	2,32	1,00	1,00	1,00	2,81	1,00
		DS		0,85	0,54	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,40	0,75	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00
8,00 a 8,99	femenino	Media		2,88	2,44	1,00	1,06	1,00	3,00	1,00	3,00	2,94	1,13	1,06	1,00	3,00	1,00
		DS		0,50	0,63	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,34	0,25	0,00	0,00	0,00
	masculino	Media		2,87	2,47	1,07	1,13	1,07	2,80	1,00	3,00	2,87	1,07	1,07	1,00	2,93	1,00
		DS		0,52	0,74	0,26	0,52	0,26	0,56	0,00	0,00	0,35	0,26	0,26	0,00	0,26	0,00
	Total	Media		2,87	2,45	1,03	1,10	1,03	2,90	1,00	3,00	2,90	1,10	1,06	1,00	2,97	1,00
		DS		0,50	0,68	0,18	0,40	0,18	0,40	0,00	0,00	0,30	0,30	0,25	0,00	0,18	0,00
9,00 a 9,99	femenino	Media		2,94	2,69	1,31	1,44	1,25	3,00	1,00	3,00	3,00	1,81	1,56	1,06	3,00	1,00
		DS		0,25	0,60	0,70	0,73	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,81	0,25	0,00	0,00
	masculino	Media		3,00	3,00	1,06	1,31	1,06	3,00	1,00	3,00	3,00	1,25	1,19	1,19	3,00	1,00
		DS		0,00	0,00	0,25	0,60	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,54	0,54	0,00	0,00
	Total	Media		2,97	2,84	1,19	1,38	1,16	3,00	1,00	3,00	3,00	1,53	1,38	1,13	3,00	1,00
		DS		0,18	0,45	0,54	0,66	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,71	0,42	0,00	0,00
10,00 a 10,99	femenino	Media		3,00	3,00	1,39	2,17	1,50	3,00	1,33	3,00	3,00	2,61	1,94	1,39	3,00	1,33
		DS		0,00	0,00	0,70	0,92	0,86	0,00	0,59	0,00	0,00	0,61	0,87	0,78	0,00	0,59
	masculino	Media		3,00	3,00	1,14	1,57	1,14	3,00	1,00	3,00	3,00	1,71	1,64	1,14	3,00	1,00
		DS		0,00	0,00	0,36	0,94	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,84	0,36	0,00	0,00
	Total	Media		3,00	3,00	1,28	1,91	1,34	3,00	1,19	3,00	3,00	2,22	1,81	1,28	3,00	1,19
		DS		0,00	0,00	0,58	0,96	0,70	0,00	0,47	0,00	0,00	0,83	0,86	0,63	0,00	0,47
11,00 a 11,99	femenino	Media		3,00	3,00	2,17	2,67	2,08	3,00	1,67	3,00	3,00	2,75	2,75	2,25	3,00	1,83
		DS		0,00	0,00	0,83	0,65	0,90	0,00	0,89	0,00	0,00	0,62	0,62	0,97	0,00	0,94
	masculino	Media		3,00	3,00	1,79	2,50	1,86	3,00	1,57	3,00	3,00	2,21	2,36	1,71	3,00	1,50
		DS		0,00	0,00	0,80	0,85	0,95	0,00	0,76	0,00	0,00	0,89	0,84	0,91	0,00	0,85
	Total	Media		3,00	3,00	1,96	2,58	1,96	3,00	1,62	3,00	3,00	2,46	2,54	1,96	3,00	1,65
		DS		0,00	0,00	0,82	0,76	0,92	0,00	0,80	0,00	0,00	0,81	0,76	0,96	0,00	0,89
12,00 a 12,99	femenino	Media		3,00	3,00	2,50	2,88	2,50	3,00	1,75	3,00	3,00	3,00	3,00	2,38	3,00	2,25
		DS		0,00	0,00	0,76	0,35	0,93	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,89
	masculino	Media		3,00	3,00	2,50	3,00	3,00	3,00	1,50	3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00	2,25
		DS		0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,96
	Total	Media		3,00	3,00	2,50	2,92	2,67	3,00	1,67	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00	2,25
		DS		0,00	0,00	0,67	0,29	0,78	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,87
13,00 a 13,99	femenino	Media		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50
		DS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	masculino	Media		3,00	3,00	2,71	3,00	2,43	3,00	2,14	3,00	3,00	2,57	3,00	3,00	3,00	2,57
		DS		0,00	0,00	0,49	0,00	0,98	0,00	0,90	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,53
	Total	Media		3,00	3,00	2,82	3,00	2,64	3,00	2,18	3,00	3,00	2,73	3,00	3,00	3,00	2,55
		DS		0,00	0,00	0,40	0,00	0,81	0,00	0,87	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,69

Tabla XVIII

Comparación entre la erupción observada en la muestra y la reflejada en las tablas de Schour y Massler

edad schour y massler	comparación	21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
4,5-5,49	Muestra	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
	Tabla S&M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5,5-6,49	Muestra	1	1	1	1	1	2	1	3*	1	1	1	1	2	1
	Tabla S&M	1	1	1	1	1	2	1	1*	1	1	1	1	2	1
6,5-7,49	Muestra	2	1	1	1	1	3	1	3	2	1	1	1	3	1
	Tabla S&M	2	1	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1	3	1
7,5-8,49	Muestra	3	2	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1
	Tabla S&M	3	2	1	1	1	3	1	3	2	1	1	1	3	1
8,5-9,5	Muestra	3	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1
	Tabla S&M	3	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1
9,5-10,49	Muestra	3	3	1	1	1	3	1	3	3	2	1	1	3	1
	Tabla S&M	3	3	1	2	1	3	1	3	3	2	2	1	3	1
10,50-11,49	Muestra	3	3	1	3	2	3	1	3	3	3	3	1	3	1
	Tabla S&M	3	3	2	3	2	3	1	3	3	2	3	2	3	1
11,50-12,49	Muestra	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
	Tabla S&M	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
* Diferencia estadísticamente significativa, ANOVA p=0,05															

Hubo concordancia en 83,39% de las variables evaluadas en cuanto a erupción, entre la muestra analizada y las tablas de Schour y Massler.

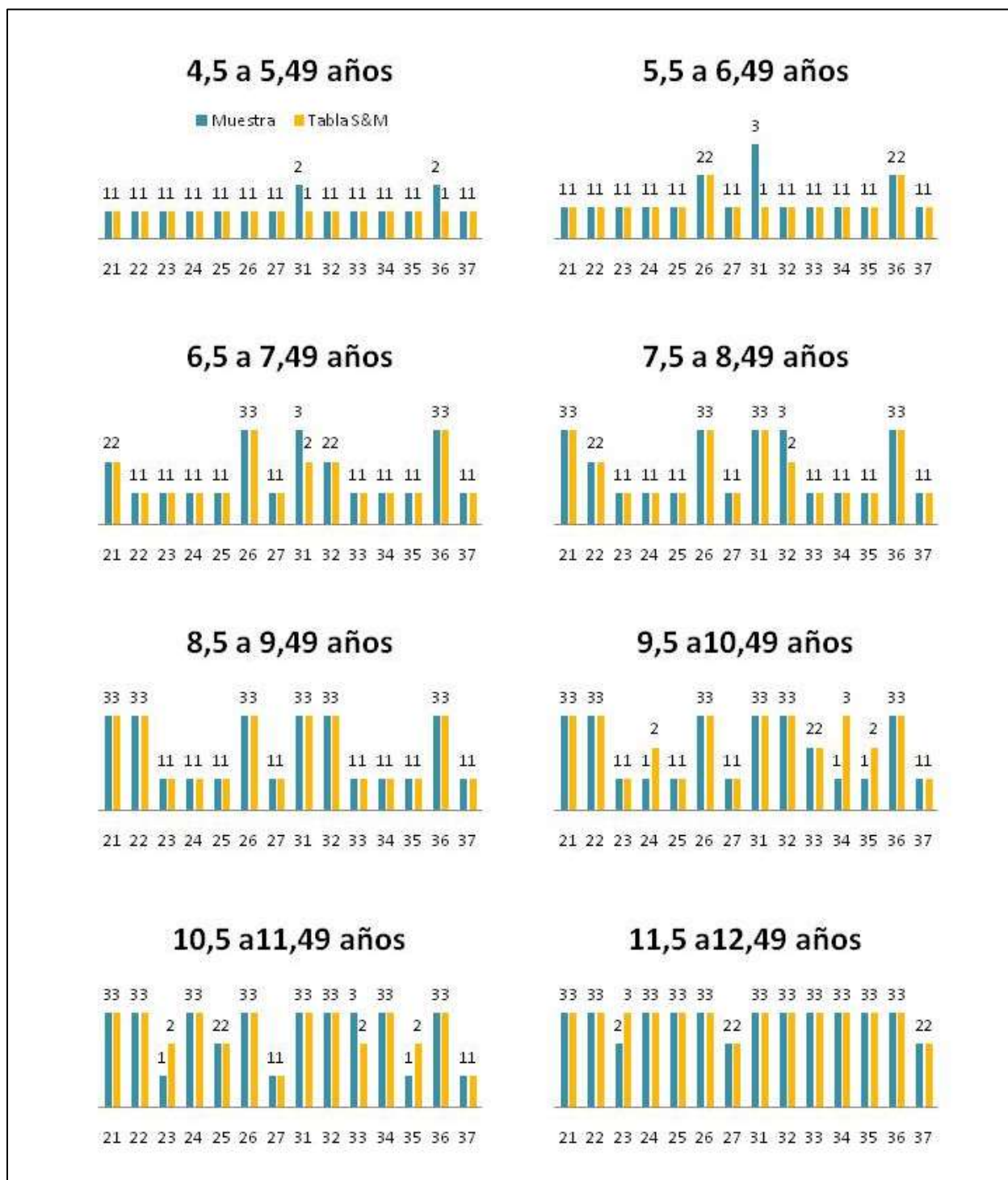


Fig. 19. Gráfico de barras comparativo de la erupción dental entre la muestra y la reflejada en la tablas de Schour y Massler

4.3.2 Formación Radicular

La formación radicular fue evaluada utilizando las etapas de Nolla, tanto para la muestra como para los gráficos de Schour y Massler. Para comparar la formación dental de la muestra con las tablas de Schour y Massler fue necesario agrupar los pacientes por edad en rangos que va de 6 meses antes y después de la edad cumplida (Ej. 6 años±6meses = 5,5 a 6,49 años). Al comparar las medias, se observan pequeñas diferencias (Tabla XIX, Fig. 20) nunca superiores a una etapa de Nolla. La formación radicular observada en algunos casos en la muestra fue ligeramente más retrasada que la de los gráficos de Schour y Massler. La diferencia es más notoria a los 12 años cuando los ápices de la muestra estaban abiertos para caninos, premolares y segundos molares, y en los gráficos de Schour y Massler todos los dientes, a excepción de los segundos molares, presentan cierre apical.

Tabla XIX Comparación de las medias de formación radicular etapas de Nolla según edad (distribución como Schour y Massler) con las reflejadas en las tablas de Schour y Massler

Edad Schour y Massler	comparación	21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
4,5-5,49	Muestra	6,5	6,0	6,0*	5,0*	4,0	7,0*	3,0	7,0	7,0	6,0*	5,0	4,0*	7,0*	4,0
	Tabla S&M	6,5	6,0	4,0*	4,0*	4,0	6,5*	4,0	7,0	7,0	4,0*	4,0	3,0*	6,5*	4,0
5,5-6,49	Muestra	7,0	6,5	6,0*	5,0	4,0	8,0*	4,0	8,0	7,0	6,0*	5,5	5,0*	8,0*	4,0
	Tabla S&M	7,0	6,5	5,0*	5,0	5,0	7,0*	5,0	8,0	8,0	5,0*	5,5	4,0*	7,0*	5,0
6,5-7,49	Muestra	8,0*	7,0	6,2*	6,0	5,0	8,5*	5,0*	8,5	8,0	6,5*	6,0	5,0	8,5*	5,0
	Tabla S&M	7,5*	7,0	6,0*	6,0	6,0	8,0*	6,0*	9,0	8,5	6,0*	6,5	5,0	8,0*	6,0
7,5-8,49	Muestra	9,0*	8,0	7,0*	6,5	6,0	9,0	5,0	10,0	9,0	7,0*	6,5	6,0	9,0	6,0*
	Tabla S&M	8,0*	8,0	6,5*	6,5	6,5	9,0	6,5	10,0	9,0	6,5*	7,0	6,0	9,0	6,5*
8,5-9,5	Muestra	9,0*	9,0*	8,0*	7,0	7,0	9,0	6,0	10,0	9,0	8,0*	7,0	7,0	9,0	6,0
	Tabla S&M	8,5*	8,5*	7,0*	7,0	7,0	10,0	7,0	10,0	10,0	7,0*	8,0	7,0	10,0	7,5
9,5-10,49	Muestra	10,0*	10*	8,5*	8,0	7,5	10,0	7,0	10,0	10,0	8,5*	8,0	8,0	10,0	7,0*
	Tabla S&M	9,0*	9,0*	8,0*	8,0	8,0	10,0	7,5	10,0	10,0	8,0*	9,0	8,0	10,0	8,0*
10,50-11,49	Muestra	10,0	10,0	9,0	9,0	8,0	10,0	7,0	10,0	10,0	9,0	9,0	8,5	10,0	7,0
	Tabla S&M	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	8,0	10,0	10,0	9,0	9,5	9,0	10,0	8,0
11,50-12,49	Muestra	10,0	10,0	9,0	9,0	8,5*	10,0	8,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0*	10,0	9,0
	Tabla S&M	10,0	10,0	10,0	10,0	10*	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10*	10,0	9,0

* Diferencia estadísticamente significativa, ANOVA p=0,05

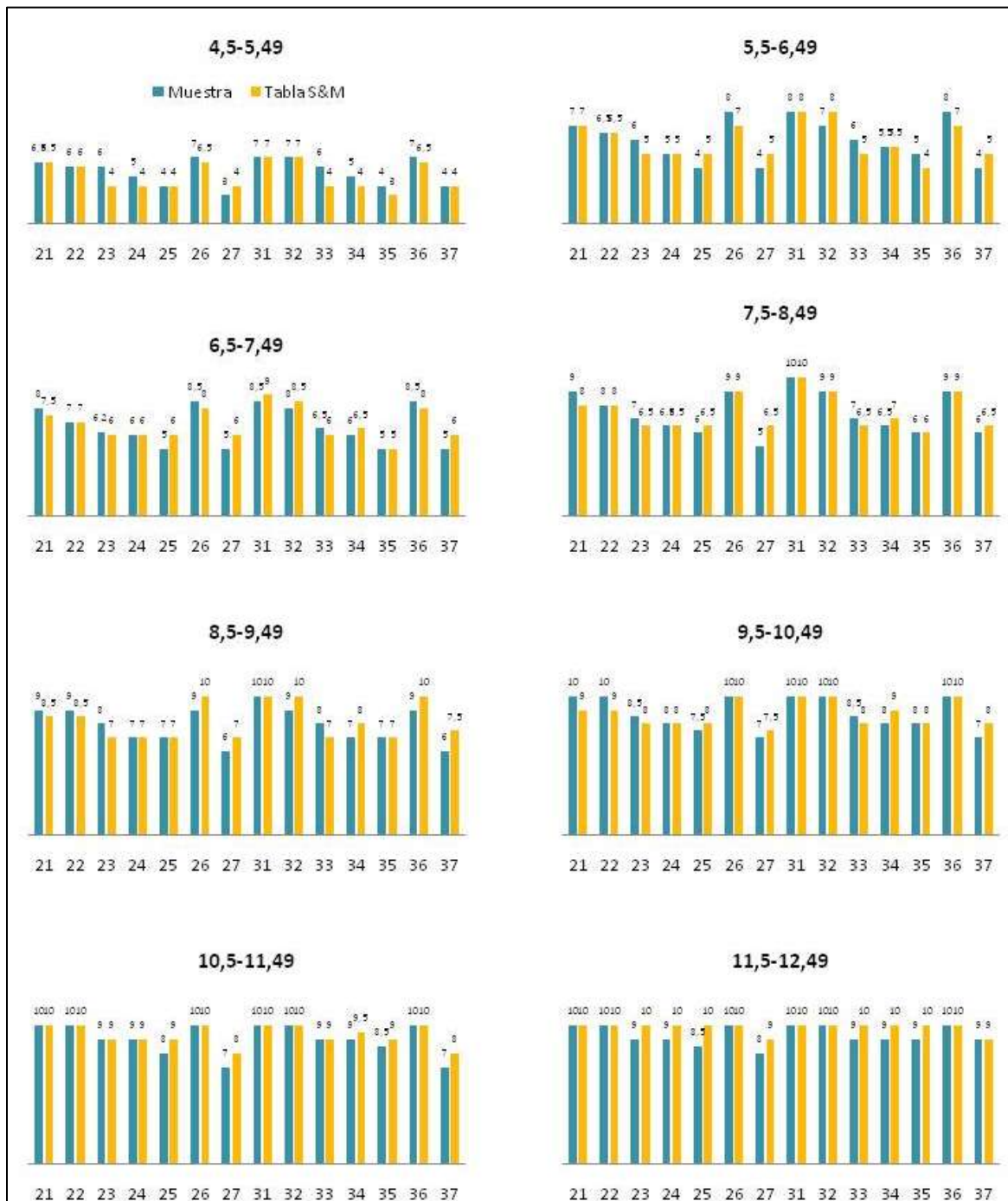


Fig. 20. Gráfico de barras comparativo de la formación radicular (etapas de Nolla) entre la muestra y la reflejada en la tablas de Schour y Massler

La diferencia entre medias de formación dental entre la muestra y las tablas de Schour y Massler fue analizada utilizando la prueba ANOVA, fijando $p=0,05$, analizando cada diente por grupo de edad. Hubo diferencias estadísticamente significativas para la formación radicular de la mayoría de los dientes estudiados y la reflejada en el diagrama esquemático de Schour y Massler.

La descripción detallada de estas diferencias estadísticamente significativas es como sigue:

El incisivo central inferior presentó mayor formación radicular en la muestra desde los 7 hasta los 9 años de edad, culminando el cierre apical antes de lo planteado por Schour y Massler. Situación similar ocurre con el incisivo lateral superior, que presenta formación acelerada entre los 9 y 10 años, culminando a esa edad su cierre apical.

Tanto el canino inferior como el canino superior presentan mayor formación radicular en la muestra desde los 5 hasta los 10 años de edad, disminuyendo esta diferencia a medida que aumenta la edad, para equipararse con Schour y Masler a los 11 años.

En la muestra, el primer premolar inferior presenta mayor formación a los 5 años, al igual que ocurre con el segundo premolar inferior a los 5 y 6 años, con el segundo molar superior a los 7 años y con el segundo molar inferior a los 8 y 10 años.

El cierre apical estuvo retardado en ambos segundos premolares a la edad de 12 años.

Los primeros molares permanentes presentaron también una formación radicular acelerada desde los 5 hasta los 7 años, logrando equipararse a lo propuesto por la Tabla a los 8 años.

4.4 NOLLA

Las etapas de formación dental de Nolla fueron estudiadas, distribuyendo los grupos por edad legal (años en decimales cumplidos desde el nacimiento hasta la toma de la radiografía panorámica) y el género.

Se calculó la moda de la etapa de formación según la edad (Tabla XX), así como la media de formación con su desviación estándar por edad distribuida por género (Tabla XXI). Los pacientes masculinos presentaron una formación radicular ligeramente menor para la mayoría de los dientes según la edad, esa diferencia es menor a media etapa en la mayoría de los casos. La sumatoria por edad ligeramente inferior, siendo la diferencia de la media de la misma entre 1 a 5 puntos, lo cual es no es significativo ya que significa menos de una etapa dental por grupo. (Fig. 21)

La diferencia entre medias de formación dental utilizando las etapas de Nolla entre géneros fue analizada utilizando la prueba t de Student, fijando $p=0,05$. Se obtuvo que las diferencias en las medias de formación entre género, fueron estadísticamente significativas sólo para el canino inferior, el canino superior y el primer premolar superior.

Las curvas de formación dental para los dientes maxilares y mandibulares se reflejan en las 0 y Fig. 23. El diente que mayor formación presenta a los 5 años de edad es el incisivo central inferior con 2/3 de formación radicular, culminando su cierre apical a los 9 años.

Los primeros molares permanentes presentan etapas similares de formación con 2/3 a los 5 años y cierre apical cercano a los 9 años y medio. El incisivo central superior y el incisivo lateral inferior describen curvas de formación similares, presentando aproximadamente 1/2 de formación radicular a los 5 años y cierre apical a los 10 años.

El incisivo lateral superior presenta 1/3 de formación radicular a los 5 años, logrando 2/3 a los 8

años y el cierre apical a los 10.

Los caninos superiores e inferiores presentaron $\frac{1}{3}$ de formación radicular a los 5 años, su desarrollo posterior sigue una curva de poca pendiente, siendo lento para alcanzar $\frac{2}{3}$ cerca de los 9 años y cierre apical después de los 13 años.

Los primeros premolares superiores e inferiores presentaron formación coronal completa a la evaluación de 5 años. Su curva de formación es ligeramente más pronunciada que la de los caninos, alcanzando $\frac{2}{3}$ de raíz a los 9 años y medio y cierre apical justo antes de los 13. Los segundos premolares presentaron formación coronal incompleta a los 5 años, siendo la misma de $\frac{3}{4}$. Estos premolares completan su formación coronal cerca de los 7 años y medio, $\frac{2}{3}$ de raíz cerca de los 10 años y el cierre apical es posterior a los 13 años.

Los dientes con menor formación a los 5 años fueron los segundos molares, los cuales presentaron formación coronal de $\frac{1}{2}$ para esa edad. Estos dientes alcanzan la formación coronal completa cerca de los 8 años y medio de edad. El segundo molar superior presenta $\frac{2}{3}$ de formación radicular a los 12 años, siendo que el molar inferior alcanza esa etapa a los 11 años y para ambos el cierre apical es posterior a los 13.

La diferencia entre medias de formación dental utilizando las etapas de Nolla entre la muestra y las reportadas por Nolla fue analizada para cada diente distribuido por edad, utilizando la prueba ANOVA, fijando $p=0,05$. Se obtuvo que estas diferencias fueron estadísticamente significativas sólo para las edades más tempranas. En el grupo de 5 años, la media de formación radicular observada en esta muestra fue mayor que la planteada por Nolla para el incisivo lateral superior, el canino superior, el primer premolar superior, en canino inferior y el segundo premolar inferior.

Tabla XX Etapas de Nolla de formación radicular. Moda para el total de la muestra distribuidas según edad legal

edad legal	21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	7,0	6,0	6,0	5,0	4,0	7,0	3,0	7,0	7,0	6,0	5,0	4,0	7,0	3,0
6,00 a 6,99	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	9,0	5,0	8,0	8,0	6,0	6,0	5,0	9,0	4,0
7,00 a 7,99	8,0	8,0	7,0	6,0	5,0	9,0	5,0	9,0	9,0	7,0	6,0	6,0	9,0	5,0
8,00 a 8,99	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0	9,0	6,0	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	9,0	6,0
9,00 a 9,99	10,0	9,0	8,0	8,0	7,0	10,0	6,0	10,0	10,0	9,0	8,0	7,0	10,0	7,0
10,00 a 10,99	10,0	10,0	9,0	8,0	8,0	10,0	7,0	10,0	10,0	9,0	9,0	8,0	10,0	7,0
11,00 a 11,99	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	7,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	7,0
12,00 a 12,99	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	7,0	10,0	10,0	9,0	10,0	9,0	10,0	9,0
13,00 a 13,99	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0

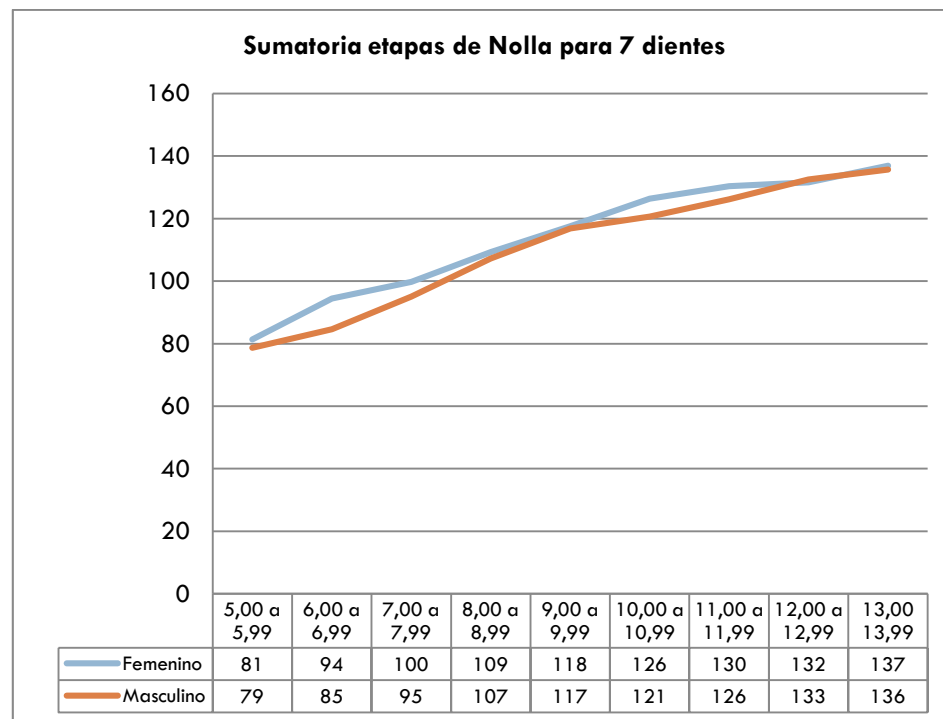


Fig. 21. Gráfico de la sumatoria de 7 dientes, Etapas de Nolla

Tabla XXI Etapas de formación radicular de Nolla. Medias y desviación estándar parar género masculino, femenino y total.

edad legal	sexo		21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	Femenino	Media DS	6,88 0,47	6,36 0,59	5,98 0,47	5,44 0,51	4,31 0,87	7,14 1,06	3,75 0,86	7,75 0,68	7,16 0,79	6,01 0,70	5,25 0,58	4,25 0,93	7,41 0,93	3,69 0,70
	Masculino	Media DS	6,70 0,59	6,08 0,53	5,67 0,49	4,80 0,41	3,80 0,41	7,27 0,78	3,40 0,51	7,50 0,71	6,97 0,67	5,91 0,39	5,13 0,35	4,33 0,49	7,63 0,69	3,47 0,52
	Total	Media DS	6,79 0,53	6,22 0,57	5,83 0,50	5,13 0,56	4,06 0,73	7,20 0,92	3,58 0,72	7,63 0,69	7,06 0,73	5,96 0,57	5,19 0,48	4,29 0,74	7,52 0,82	3,58 0,62
6,00 a 6,99	Femenino	Media DS	7,66 0,68	7,06 0,48	6,48 0,41	5,97 0,29	5,06 0,57	8,44 0,60	5,00 0,63	8,72 0,93	8,03 0,92	6,70 0,64	6,11 0,33	5,31 0,60	8,50 0,58	4,63 0,50
	Masculino	Media DS	6,96 0,59	6,43 0,61	5,81 0,81	5,50 0,82	4,31 0,79	7,78 0,93	4,31 1,30	8,06 0,54	7,42 0,66	5,99 0,43	5,58 0,64	5,03 1,10	7,59 1,42	4,13 0,64
	Total	Media DS	7,31 0,72	6,75 0,63	6,14 0,71	5,73 0,65	4,69 0,78	8,11 0,84	4,66 1,07	8,39 0,82	7,73 0,85	6,35 0,65	5,84 0,57	5,17 0,89	8,05 1,16	4,39 0,62
7,00 a 7,99	Femenino	Media DS	8,23 0,68	7,67 0,62	7,07 0,59	6,20 0,37	5,80 0,65	8,63 0,61	5,20 0,68	9,20 0,65	8,73 0,46	7,19 0,58	6,31 0,36	5,63 0,67	8,77 0,42	5,08 0,72
	Masculino	Media DS	8,06 0,70	7,36 0,58	6,48 0,67	5,78 0,88	5,26 0,94	8,84 0,79	4,19 0,91	9,06 0,79	8,53 0,81	6,63 0,77	6,13 0,66	5,41 0,84	8,78 0,73	4,56 1,15
	Total	Media DS	8,15 0,69	7,51 0,61	6,76 0,69	5,98 0,70	5,52 0,85	8,74 0,71	4,68 0,94	9,13 0,72	8,63 0,66	6,90 0,73	6,22 0,54	5,52 0,76	8,77 0,59	4,81 0,99
8,00 a 8,99	Femenino	Media DS	9,13 0,50	8,59 0,52	7,72 0,52	7,00 0,75	6,47 0,81	9,25 0,45	5,64 0,96	9,75 0,45	9,03 0,59	7,84 0,54	7,06 0,68	6,51 0,81	9,31 0,48	5,94 0,54
	Masculino	Media DS	8,93 0,78	8,53 0,74	7,33 0,70	6,80 0,86	6,43 0,86	9,13 0,52	5,77 0,90	9,20 2,34	9,27 0,59	7,47 0,72	6,87 0,72	6,33 0,86	9,33 0,62	5,80 0,94
	Total	Media DS	9,03 0,64	8,56 0,63	7,53 0,63	6,90 0,80	6,45 0,82	9,19 0,48	5,70 0,92	9,48 1,65	9,15 0,59	7,66 0,65	6,97 0,69	6,43 0,83	9,32 0,54	5,87 0,75
9,00 a 9,99	Femenino	Media DS	9,59 0,62	9,12 0,74	8,21 0,64	7,79 0,76	7,32 0,86	9,59 0,62	6,28 0,57	9,94 0,24	9,71 0,47	8,53 0,82	7,99 0,96	7,41 0,89	9,65 0,61	6,46 0,63
	Masculino	Media DS	9,66 0,54	9,38 0,62	8,13 0,56	7,56 0,70	6,97 0,74	9,63 0,50	6,47 0,62	10,00 0,00	9,75 0,45	8,25 0,48	7,72 0,58	7,11 0,69	9,63 0,50	6,63 0,47
	Total	Media DS	9,62 0,57	9,24 0,69	8,17 0,60	7,68 0,73	7,15 0,81	9,61 0,56	6,37 0,59	9,97 0,17	9,73 0,45	8,39 0,68	7,86 0,80	7,26 0,80	9,64 0,55	6,54 0,55
10,00 a 10,99	Femenino	Media DS	10,00 0,00	10,00 0,00	8,97 0,37	8,53 0,72	8,09 0,64	9,88 0,33	7,24 0,66	10,00 0,00	10,00 0,00	9,00 0,47	8,88 0,45	8,35 0,46	9,88 0,33	7,59 0,78
	Masculino	Media DS	9,86 0,36	9,46 0,57	8,39 0,45	8,00 0,62	7,64 0,66	9,79 0,43	6,64 0,66	10,00 0,00	10,00 0,00	8,46 0,54	8,25 0,51	7,71 0,64	9,93 0,27	7,07 0,33
	Total	Media DS	9,94 0,25	9,76 0,46	8,71 0,50	8,29 0,72	7,89 0,68	9,84 0,37	6,97 0,72	10,00 0,00	10,00 0,00	8,76 0,56	8,60 0,57	8,06 0,63	9,90 0,30	7,35 0,66
11,00 a 11,99	Femenino	Media DS	10,00 0,00	9,83 0,39	9,25 0,58	9,25 0,87	8,71 0,86	10,00 0,00	7,88 1,21	10,00 0,00	10,00 0,00	9,38 0,57	9,33 0,65	8,71 0,75	10,00 0,00	8,00 0,95
	Masculino	Media DS	9,93 0,27	9,86 0,36	8,75 0,64	8,61 0,66	8,14 0,74	9,93 0,27	7,44 0,92	10,00 0,00	10,00 0,00	8,79 0,54	8,89 0,76	8,25 0,75	10,00 0,00	7,57 0,92
	Total	Media DS	9,96 0,20	9,85 0,37	8,98 0,66	8,90 0,81	8,40 0,84	9,96 0,20	7,64 1,06	10,00 0,00	10,00 0,00	9,06 0,62	9,10 0,74	8,46 0,77	10,00 0,00	7,77 0,94
12,00 a 12,99	femenino	Media DS	10,00 0,00	9,88 0,35	9,38 0,58	9,25 0,65	8,75 0,71	10,00 0,00	8,19 1,13	10,00 0,00	10,00 0,00	9,44 0,73	9,38 0,74	8,94 0,56	10,00 0,00	8,44 0,90
	masculino	Media DS	10,00 0,00	10,00 0,00	9,25 0,50	9,50 0,58	9,13 0,63	10,00 0,00	8,00 0,82	10,00 0,00	10,00 0,00	9,25 0,50	9,50 0,58	9,13 0,63	10,00 0,00	8,75 0,50
	Total	Media DS	10,00 0,00	9,92 0,29	9,33 0,54	9,33 0,62	8,88 0,68	10,00 0,00	8,13 1,00	10,00 0,00	10,00 0,00	9,38 0,64	9,42 0,67	9,00 0,56	10,00 0,00	8,54 0,78
13,00 13,99	femenino	Media DS	10,00 0,00	10,00 0,00	9,75 0,50	10,00 0,00	9,50 0,58	10,00 0,00	9,13 0,63	10,00 0,00	10,00 0,00	10,00 0,00	10,00 0,00	9,50 0,58	10,00 0,00	9,00 0,00
	masculino	Media DS	10,00 0,00	10,00 0,00	9,57 0,53	9,43 0,79	9,36 0,85	10,00 0,00	9,29 0,76	10,00 0,00	10,00 0,00	9,64 0,48	9,71 0,39	9,43 0,73	10,00 0,00	9,29 0,49
	Total	Media DS	10,00 0,00	10,00 0,00	9,64 0,50	9,64 0,67	9,41 0,74	10,00 0,00	9,23 0,68	10,00 0,00	10,00 0,00	9,77 0,41	9,82 0,34	9,45 0,65	10,00 0,00	9,18 0,40

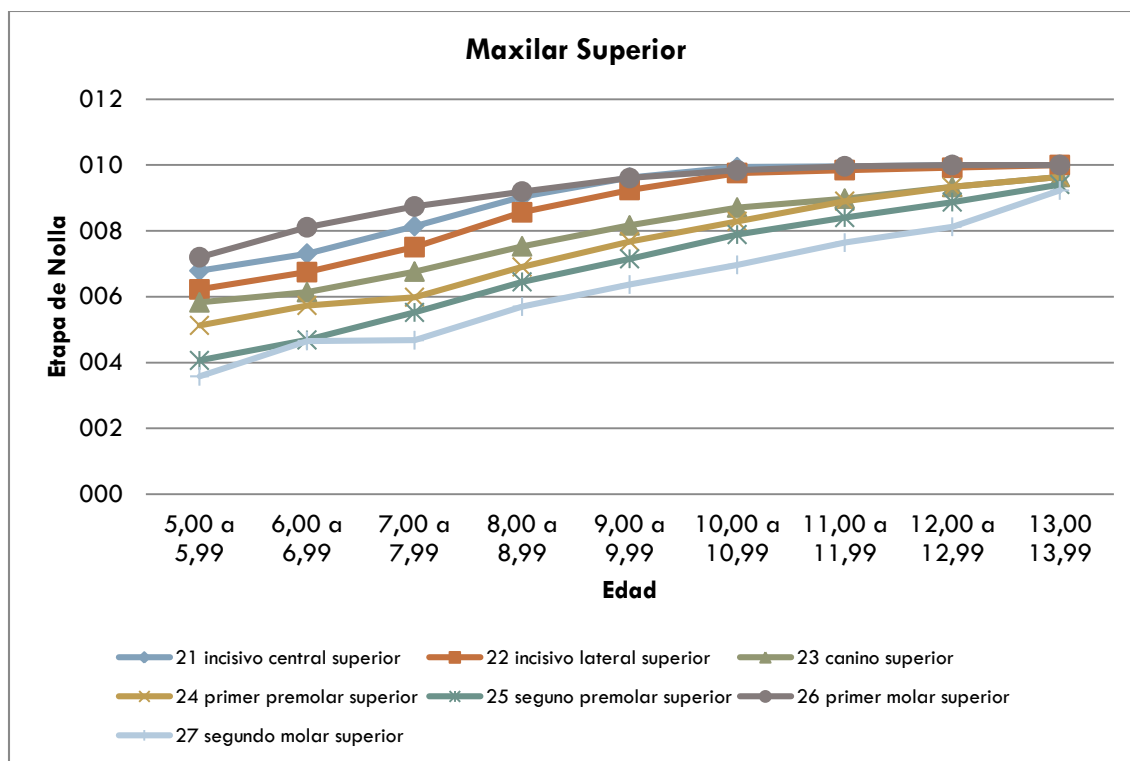


Fig. 22. Gráfico comparativo de la formación radicular según Nolla para los dientes maxilares

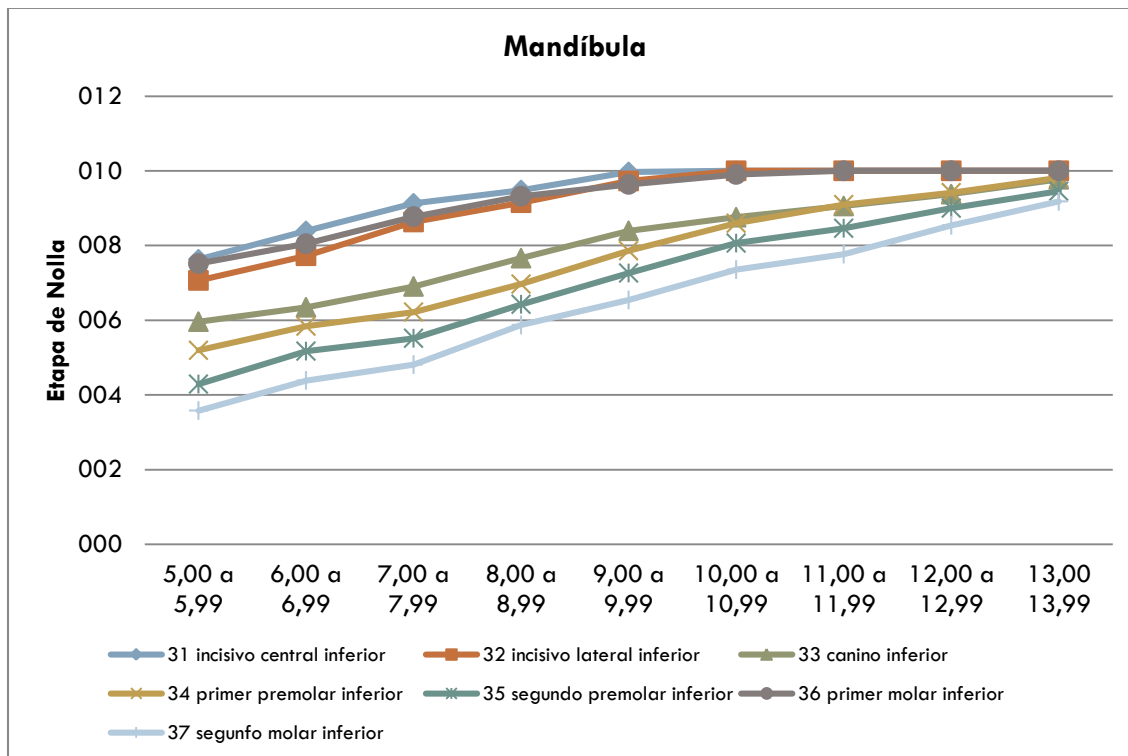


Fig. 23. Gráfico comparativo de la formación radicular según Nolla para los dientes mandibulares

Tabla XXII Medias de formación radicular para la muestra comparadas con las medias reportadas por Nolla

edad legal	Sexo		21 incisivo central superior	22 incisivo lateral superior	23 canino superior	24 primer premolar superior	25 segundo premolar superior	26 primer molar superior	27 segundo molar superior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	femenino	Media	6,9	6,4	6,0	5,4	4,3	7,1	3,8	7,8	7,2	6,0	5,3	4,3	7,4	3,7
		NOLLA	6,5	5,8	5,3	4,6	4,0	6,9	3,8	7,6	7,2	5,4	4,9	3,8	7,3	3,9
	masculino	Media	6,7	6,1	5,7	4,8	3,8	7,3	3,4	7,5	7,0	5,9	5,1	4,3	7,6	3,5
		NOLLA	6,4	5,5	4,8	4,0	3,0	6,4	3,0	7,5	6,8	5,1	4,4	3,3	7,0	3,0
6,00 a 6,99	femenino	Media	7,7	7,1	6,5	6,0	5,1	8,4	5,0	8,7	8,0	6,7	6,1	5,3	8,5	4,6
		NOLLA	7,4	6,7	6,2	5,6	4,9	7,9	4,7	8,5	8,1	6,3	5,8	4,8	8,1	5,0
	masculino	Media	7,0	6,4	5,8	5,5	4,3	7,8	4,3	8,1	7,4	6,0	5,6	5,0	7,6	4,1
		NOLLA	7,3	6,4	5,6	4,9	4,0	7,4	4,0	8,2	7,7	5,9	5,2	4,3	7,7	4,0
7,00 a 7,99	femenino	Media	8,2	7,7	7,1	6,2	5,8	8,6	5,2	9,2	8,7	7,2	6,3	5,6	8,8	5,1
		NOLLA	8,3	7,6	7,0	6,5	5,8	8,7	5,6	9,3	8,9	7,2	6,7	5,7	8,7	5,9
	masculino	Media	8,1	7,4	6,5	5,8	5,3	8,8	4,2	9,1	8,5	6,6	6,1	5,4	8,8	4,6
		NOLLA	8,2	7,2	6,3	5,7	4,9	8,2	5,0	8,8	8,5	6,7	6,0	5,3	8,4	5,0
8,00 a 8,99	femenino	Media	9,1	8,6	7,7	7,0	6,5	9,3	5,6	9,8	9,0	7,8	7,1	6,5	9,3	5,9
		NOLLA	9,0	8,4	7,6	7,3	6,6	9,3	6,5	9,8	9,5	8,0	7,5	6,6	9,3	6,7
	masculino	Media	8,9	8,5	7,3	6,8	6,4	9,1	5,8	9,2	9,3	7,5	6,9	6,3	9,3	5,8
		NOLLA	8,8	8,0	7,0	6,5	5,8	8,9	5,8	9,3	9,1	7,4	6,8	6,2	9,0	5,9
9,00 a 9,99	femenino	Media	9,6	9,1	8,2	7,8	7,3	9,6	6,3	9,9	9,7	8,5	8,0	7,4	9,7	6,5
		NOLLA	9,6	9,1	8,5	8,1	7,4	9,7	7,2	10,0	9,9	8,7	8,3	7,4	9,7	7,4
	masculino	Media	9,7	9,4	8,1	7,6	7,0	9,6	6,5	10,0	9,8	8,3	7,7	7,1	9,6	6,6
		NOLLA	9,4	8,7	7,7	7,2	6,6	9,4	6,5	9,7	9,5	8,0	7,5	7,0	9,5	6,7
10,00 a 10,99	femenino	Media	10,0	10,0	9,0	8,5	8,1	9,9	7,2	10,0	10,0	9,0	8,9	8,4	9,9	7,6
		NOLLA	10,0	9,6	9,1	8,7	8,1	10,0	7,9	10,0	10,0	9,2	8,9	8,1	10,0	8,1
	masculino	Media	9,9	9,5	8,4	8,0	7,6	9,8	6,6	10,0	10,0	8,5	8,3	7,7	9,9	7,1
		NOLLA	9,7	9,3	8,4	7,9	7,3	9,7	7,2	10,0	9,8	8,6	8,2	7,7	9,8	7,4
11,00 a 11,99	femenino	Media	10,0	9,8	9,3	9,3	8,7	10,0	7,9	10,0	10,0	9,4	9,3	8,7	10,0	8,0
		NOLLA	10,0	10,0	9,5	9,3	8,7	10,0	7,9	10,0	10,0	9,7	9,4	8,6	10,0	8,6
	masculino	Media	9,9	9,9	8,8	8,6	8,1	9,9	7,4	10,0	10,0	8,8	8,9	8,3	10,0	7,6
		NOLLA	9,9	9,7	8,8	8,6	8,0	9,8	7,8	10,0	10,0	9,1	8,8	8,3	9,9	7,9
12,00 a 12,99	femenino	Media	10,0	9,9	9,4	9,3	8,8	10,0	8,2	10,0	10,0	9,4	9,4	8,9	10,0	8,4
		NOLLA	10,0	10,0	9,8	9,7	9,3	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	9,7	9,1	10,0	9,1
	masculino	Media	10,0	10,0	9,3	9,5	9,1	10,0	8,0	10,0	10,0	9,3	9,5	9,1	10,0	8,8
		NOLLA	10,0	9,9	9,2	9,2	8,7	10,0	8,3	10,0	10,0	9,6	9,4	8,9	10,0	8,4
13,00 a 13,99	femenino	Media	10,0	10,0	9,8	10,0	9,5	10,0	9,1	10,0	10,0	10,0	10,0	9,5	10,0	9,0
		NOLLA	10,0	10,0	10,0	10,0	9,7	10,0	9,5	10,0	10,0	10,0	10,0	9,4	10,0	9,5
	masculino	Media	10,0	10,0	9,6	9,4	9,4	10,0	9,3	10,0	10,0	9,6	9,7	9,4	10,0	9,3
		NOLLA	10,0	10,0	9,6	9,6	9,3	10,0	8,8	10,0	10,0	10,0	10,0	9,7	10,0	8,9

En el método de Nolla, la sumatoria obtenida de las etapas de formación dental es comparada con las tablas elaboradas por género. Una vez obtenidas las edades dentales por paciente, se procedió a compararla con la edad cronológica. Las medias obtenidas de edad cronológica y edad dental según Nolla, así como la media y la desviación estándar de las diferencias se describen en la Tabla XXIII.

Para todas las edades, el método de Nolla subestimó la edad, por lo que la edad dental fue siempre menor que la edad cronológica actual del paciente. Esta diferencia fue mayor al aumentar la edad y su rango fue de 6 meses a un año y 3 meses. (Tabla XXIII)

El trazar las curvas de medias de edad cronológica y dental, se observa que ambas son paralelas, estando la edad dental casi paralela con una distancia de -0,5 años a la edad cronológica. (Fig. 24) La diferencia fue estadísticamente significativa ($p=0,01$)

La media de la diferencia fue estudiada haciendo la separación entre géneros. La subestimación de edad fue mayor en el género femenino, cercana a -1 año entre los 7 y 11 años de edad y alcanzando una media de -1,7 años a los 12 años. La diferencia para el género masculino fue cercana a -0,7 años entre los 7 y los 11 años. A medida que aumenta la edad, mayor es la diferencia negativa o la subestimación, de la edad dental para este grupo. (Fig. 25). Se obtuvo que esta diferencia entre géneros fue estadísticamente significativa la utilizar la prueba t de Student, fijando $p=0,05$.

Tabla XXIII *Edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Nolla, diferencia y desviación estándar distribuida según edad*

edad legal	Media edad cronológica	Media edad dental Nolla	Diferencia	DS	Error
5,00 a 5,99	5,54	4,97	-0,573	0,105	0,105
6,00 a 6,99	6,50	5,78	-0,720	0,110	0,110
7,00 a 7,99	7,37	6,42	-0,954**	0,127	0,127
8,00 a 8,99	8,50	7,55	-0,947**	0,153	0,153
9,00 a 9,99	9,46	8,58	-0,889*	0,158	0,158
10,00 a 10,99	10,47	9,48	-0,989**	0,127	0,127
11,00 a 11,99	11,54	10,46	-1,082**	0,231	0,231
12,00 a 12,99	12,62	11,33	-1,284	0,428	0,428
13,00 a 13,99	13,52	12,91	-0,615	0,639	0,639

ANOVA Diferencia estadísticamente significativa *p=0,05 **p=0,001

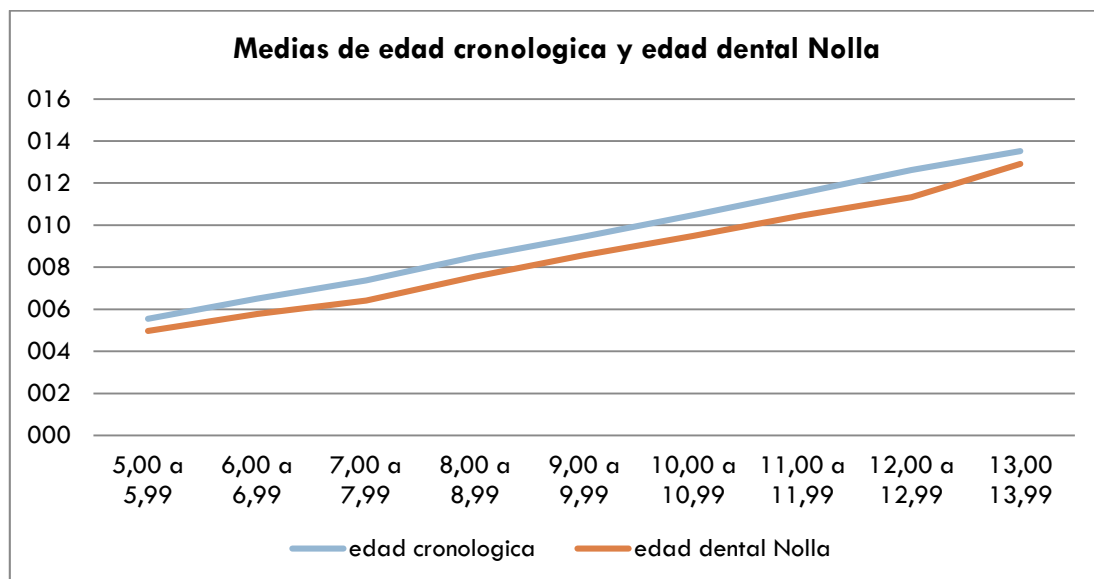


Fig. 24. *Gráfico comparativo de edad cronológica y calculada utilizando el método de Nolla*

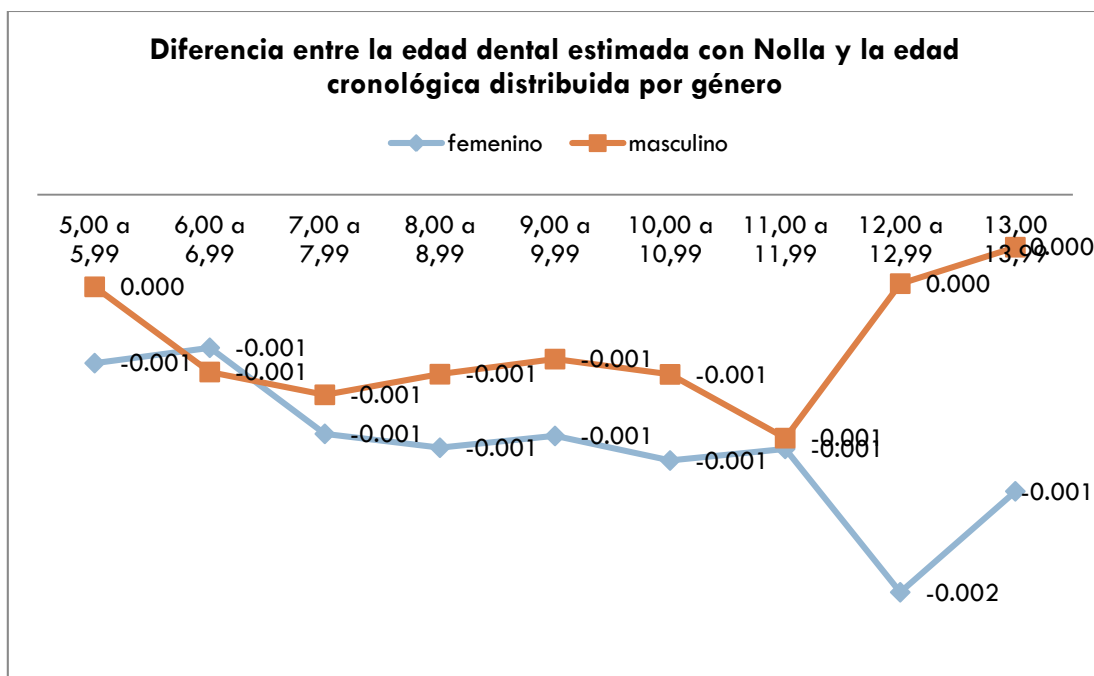


Fig. 25. Gráfico de líneas representativo de la media de diferencias entre edad cronológica y edad dental calculada con el método de Nolla, distribuido por edad y género

Para el género femenino, la media de subestimación fue más amplia ($-1,04 \pm 0,93$) que para el masculino ($-0,72 \pm 0,94$).

4.5 MOORREES

Las etapas de formación dental de Moorrees fueron estudiadas, distribuyendo los grupos por edad legal (años en decimales cumplidos desde el nacimiento hasta la toma de la radiografía panorámica) y el género.

Se calculó la moda de la etapa de formación según la edad (Tabla XXIV), así como la media de formación con su desviación estándar por edad distribuida por edad (0)

La diferencia entre medias de formación dental utilizando las etapas de Moorrees entre géneros fue analizada utilizando la prueba t de Student, fijando $p=0,05$. Se obtuvo que las diferencias en las medias de formación entre género, fueron estadísticamente significativas sólo para el canino inferior.

Las curvas de formación dental para los dientes maxilares y mandibulares se reflejan en la Fig. 26. El diente que mayor formación presenta a los 5 años de edad es el incisivo central inferior con 2/3 de formación radicular, culminando su cierre apical a los 9 años.

Las curvas descritas por la formación radicular observada por todos los dientes describieron un recorrido similar. A los 5 años, el incisivo lateral y el primer molar permanente inferior presentan formación radicular un poco mayor a $\frac{1}{2}$, y los incisivos superiores un poco menor a $\frac{1}{2}$. Los dientes que erupcionan en la primera etapa de dentición mixta, completan su desarrollo radicular entre los 7 y 9 años, logrando el cierre apical cerca de los 10.

A los 5 años el primer premolar inferior presentó formación coronal completa y el canino inicio de formación radicular. Estos dientes van desarrollándose y completaron la formación radicular casi simultáneamente, cerca de los 11 años y el cierre apical a los 13.

A los 5 años se observó que el segundo premolar y el segundo molar permanente presentaron formación incompleta de la corona. Para el primer premolar, la formación coronal se logra después de

los 7 años y medio, 1/2 formación radicular a los 9, 5 años, y formación radicular completa a los 12. El segundo molar presentó formación coronal completa a los 8 años, formación radicular ½ a los 10 años y medio y formación radicular completa a los 13 años. Ninguno de estos dientes presentó cierre apical a los 13 años.

El método de Moorrees no pretende calcular la edad dental del paciente a partir de la formación radicular observada, sino que permite comparar si la formación dental que presenta un paciente a una determinada edad es similar a la media calculada y representada en los gráficos, o si esa formación está retrasada o adelantada en una o dos desviaciones estándar con respecto a esa media establecida.

En este sentido, se calculó para cada diente y cada etapa la media de la edad a la cual la misma fue obtenida para cada género (Tabla XXVI) para comparar esta media observada con los gráficos establecidos por Moorrees.

Tabla XXIV Moda de formación radicular para la muestra estudiada según las etapas de Moorrees

edad legal	21 incisivo central superior	22 incisivo lateral inferior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	10= R _{1/2}	6= C _{rc}	11= R _{3/4}	10= R _{1/2}	6= C _{rc}	6= C _{rc}	5= C _{3/4}	10= R _{1/2}	4= C _{1/2}
6,00 a 6,99	10= R _{1/2}	10= R _{1/2}	11= R _{3/4}	10= R _{1/2}	6= C _{rc}	6= C _{rc}	5= C _{3/4}	11= R _{3/4}	5= C _{3/4}
7,00 a 7,99	11= R _{3/4}	10= R _{1/2}	12= R _c	12= R _c	10= R _{1/2}	7= R _i	5= C _{3/4}	12= R _c	5= C _{3/4}
8,00 a 8,99	12= R _c	12= R _c	14= A _c	12= R _c	11= R _{3/4}	10= R _{1/2}	6= C _{rc}	12= R _c	6= C _{rc}
9,00 a 9,99	14= A _c	12= R _c	14= A _c	14= A _c	11= R _{3/4}	10= R _{1/2}	10= R _{1/2}	14= A _c	10= R _{1/2}
10,00 a 10,99	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	12= R _c	12= R _c	10= R _{1/2}	14= A _c	10= R _{1/2}
11,00 a 11,99	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	12= R _c	12= R _c	12= R _c	14= A _c	10= R _{1/2}
12,00 a 12,99	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	12= R _c	14= A _c	12= R _c
13,00 13,99	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	14= A _c	12= R _c

Tabla XXV Etapas de Moorrees de formación radicular. Media y desviación estándar por edad

edad legal		21 incisivo central superior	22 incisivo lateral inferior	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	Media	8,63	6,75	10,34	9,34	6,47	5,53	4,81	9,88	4,28
	Error	0,33	0,26	0,17	0,21	0,21	0,13	0,22	0,24	0,14
	DS	1,86	1,48	0,94	1,18	1,16	0,72	1,23	1,39	0,77
6,00 a 6,99	Media	9,90	8,90	11,00	10,03	7,55	6,23	5,13	10,77	4,84
	Error	0,25	0,31	0,26	0,25	0,26	0,14	0,09	0,16	0,08
	DS	1,40	1,74	1,44	1,40	1,43	0,76	0,50	0,88	0,45
7,00 a 7,99	Media	11,03	10,23	12,42	11,58	9,13	7,16	5,81	11,52	5,23
	Error	0,13	0,19	0,23	0,36	0,27	0,29	0,26	0,27	0,18
	DS	0,71	1,06	1,26	2,03	1,52	1,59	1,42	1,50	1,02
8,00 a 8,99	Media	12,19	11,48	13,55	12,52	10,29	8,97	7,87	12,65	6,71
	Error	0,18	0,15	0,16	0,20	0,17	0,28	0,34	0,20	0,34
	DS	1,01	0,81	0,89	1,09	0,94	1,58	1,91	1,11	1,87
9,00 a 9,99	Media	13,27	12,58	13,94	13,48	11,15	10,42	9,39	13,33	8,33
	Error	0,19	0,20	0,06	0,15	0,16	0,23	0,28	0,16	0,28
	DS	1,07	1,15	0,35	0,87	0,94	1,32	1,62	0,92	1,59
10,00 a 10,99	Media	13,87	13,52	14,00	14,00	11,61	11,32	10,52	13,84	9,71
	Error	0,09	0,17	0,00	0,00	0,14	0,18	0,14	0,08	0,18
	DS	0,50	0,93	0,00	0,00	0,76	0,98	0,77	0,45	1,01
11,00 a 11,99	Media	13,92	13,69	14,00	14,00	12,12	12,15	11,19	14,00	10,46
	Error	0,08	0,14	0,00	0,00	0,22	0,25	0,21	0,00	0,26
	DS	0,39	0,74	0,00	0,00	1,14	1,29	1,10	0,00	1,30
12,00 a 12,99	Media	14,00	13,83	14,00	14,00	12,83	12,92	12,08	14,00	11,08
	Error	0,00	0,17	0,00	0,00	0,32	0,34	0,26	0,00	0,26
	DS	0,00	0,58	0,00	0,00	1,11	1,16	0,90	0,00	0,90
13,00 a 13,99	Media	14,00	14,00	14,00	14,00	13,36	13,55	12,91	14,00	12,27
	Error	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,25	0,39	0,00	0,24
	DS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,82	1,30	0,00	0,79

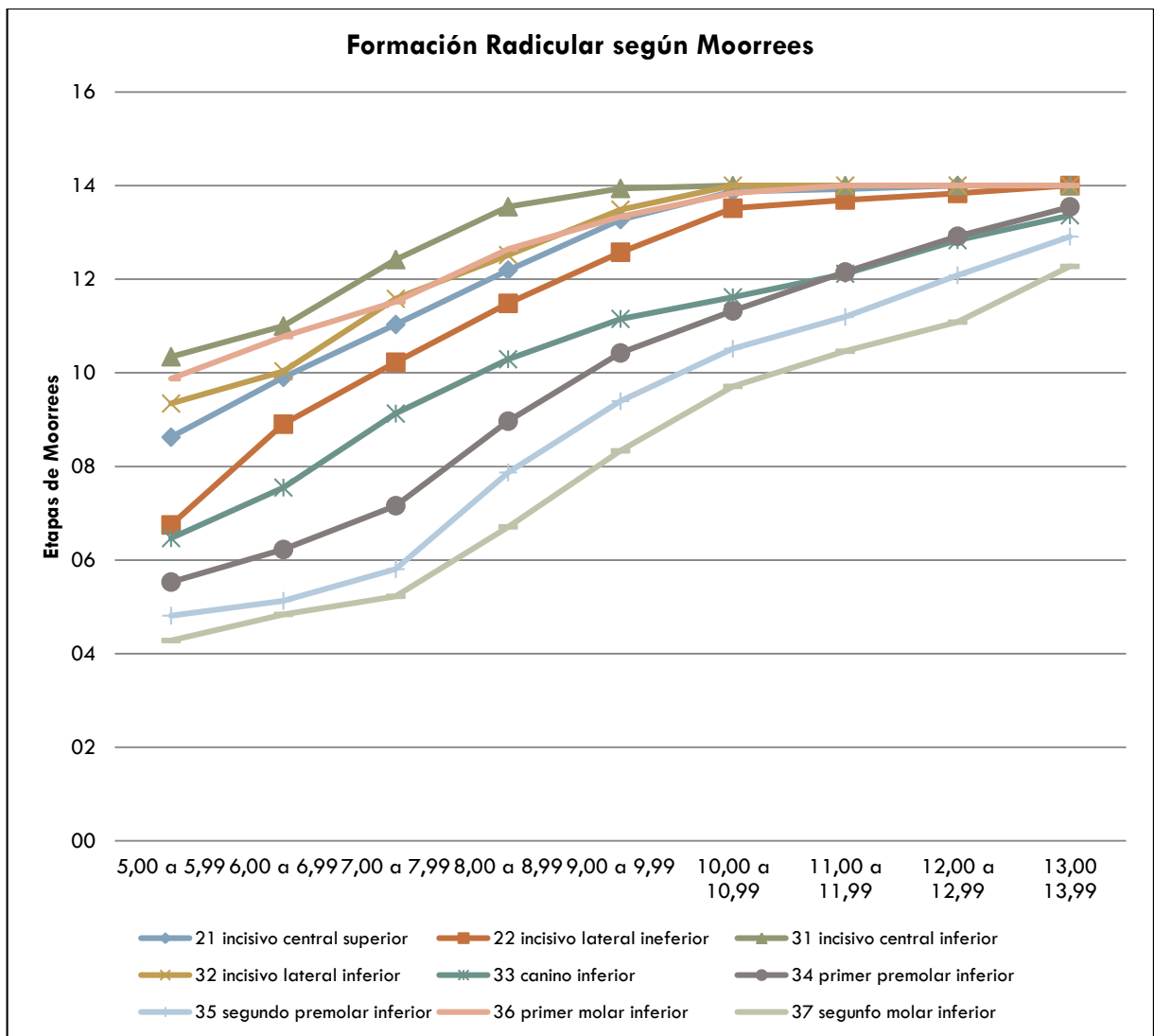


Fig. 26. Medias de formación radicular según Moorrees

Tabla XXVI

Edad media y desviación estándar de obtención de cada etapa de formación dental de Moorrees

Etapa de formación	sexo	21 incisivo central superior		22 incisivo lateral inferior		31 incisivo central inferior		32 incisivo lateral inferior		33 canino		34 Primer premolar		35 segundo premolar		36 primer molar inferior		37 segunfo molar inferior	
		media	DS	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS
Coc Delim. Cuspidea Completa	femenino													5,43	0,157			5,40	0,165
	masculino																	6,87	1,352
	Total													5,43	0,157			6,03	1,113
Cr1/2 Corona 1/2	femenino											5,36	.	6,03	0,839			5,94	0,780
	masculino											5,51	0,035	5,99	0,782			6,04	0,689
	Total											5,46	0,087	6,00	0,769			6,01	0,705
Cr 3/4 Corona 3/4	femenino							7,31	.	5,55	0,269	5,41	0,230	6,44	0,732	7,43	.	6,68	0,786
	masculino									6,07	0,592	6,17	0,729	6,46	0,763			6,88	0,911
	Total							7,31	.	5,94	0,564	5,87	0,686	6,45	0,742	7,43	.	6,77	0,842
Crc Corona Completa	femenino	5,32	.							5,58	0,395	6,55	0,813	7,45	1,025	5,28	0,064	8,46	0,704
	masculino	5,50	0,354					5,78	.	5,88	0,654	6,54	0,935	7,70	0,940			8,24	1,034
	Total	5,47	0,330					5,78	.	5,72	0,540	6,54	0,869	7,60	0,999	5,28	0,064	8,37	0,865
Ri Inicio Formacion Radicular	femenino	5,57	0,431			6,73	.	6,11	0,693	6,42	0,661	7,23	1,167	8,15	1,160				
	masculino	6,32	0,544					5,82	0,631	6,47	0,866	7,47	0,682	9,31	0,240			11,13	.
	Total	5,84	0,586			6,73	.	5,96	0,614	6,45	0,782	7,41	1,015	8,84	0,875			11,13	.
Cli Inicio de la Formacion de Furca	femenino															5,38	.	8,40	0,809
	masculino																	10,16	0,568
	Total															5,38	.	9,28	1,132
R1/4 Formacion Radicular 1/4	femenino					5,30	0,067	5,81	0,657	6,94	0,853	7,68	0,553	8,50	0,734	5,78	0,696	9,82	0,910
	masculino			6,99	0,587	5,73	0,542	6,12	0,535	7,34	0,802	8,16	0,071	9,48	1,146	5,53	0,373	9,75	0,755
	Total			6,99	0,587	5,55	0,448	5,92	0,619	7,18	0,900	7,76	0,534	9,08	1,094	5,66	0,542	9,78	0,812
R1/2 Formacion Radicular 1/2	femenino	6,22	0,671	6,86	0,761	5,82	0,382	6,14	0,607	7,55	0,933	8,79	0,736	9,40	1,464	6,22	0,892	10,69	1,047
	masculino	6,43	0,804	7,06	0,738	5,98	0,634	6,31	0,846	8,71	1,276	9,39	1,002	10,01	0,911	6,19	0,627	10,75	1,112
	Total	6,34	0,745	6,95	0,748	5,89	0,497	6,25	0,766	8,09	1,235	9,20	0,959	9,74	1,209	6,21	0,753	10,72	1,065
R3/4 Formacion Radicular 3/4	femenino	7,06	0,801	7,68	0,948	6,47	0,720	7,43	0,536	9,19	1,246	10,20	1,124	10,82	0,999	6,32	0,620	11,81	0,974
	masculino	7,41	0,942	8,26	0,950	6,37	0,729	7,29	0,621	9,80	1,104	10,26	0,823	11,09	1,481	6,62	0,810	11,05	2,281
	Total	7,22	0,870	7,97	0,979	6,41	0,716	7,37	0,555	9,55	1,195	10,23	0,958	10,93	1,201	6,50	0,746	11,51	1,554
Rc Raiz Completa	femenino	8,31	0,718	9,23	1,244	7,57	0,801	7,73	1,049	10,68	0,953	10,84	0,974	11,78	1,175	7,78	1,034	12,28	1,110
	masculino	8,83	1,093	9,62	0,913	7,38	0,782	8,34	0,950	11,58	1,310	11,75	1,073	12,13	0,603	8,12	1,005	12,56	0,772
	Total	8,57	0,931	9,43	1,092	7,48	0,778	8,01	1,041	11,06	1,192	11,17	1,090	11,90	1,012	7,94	1,027	12,38	0,990
A1/2 Apice 1/2	femenino					6,99	1,248	8,34	0,784	11,49	0,787	10,58	.	12,82	.	10,57	0,601		
	masculino			9,51	0,148	7,68	.	8,14	0,648	12,43	1,294	13,74	.	12,56	.	9,42	1,078	13,40	0,078
	Total			9,51	0,148	7,12	1,124	8,26	0,694	11,87	0,994	12,16	2,234	12,69	0,184	9,80	1,058	13,40	0,078
A Apice Completo	femenino	10,99	1,375	11,37	1,177	10,20	1,797	10,96	1,387	12,25	1,200	12,45	0,968	12,76	1,066	10,86	1,471		
	masculino	11,01	1,457	11,39	1,387	10,33	1,694	10,85	1,486	13,25	0,559	12,80	0,777	13,44	0,330	10,85	1,565	13,88	.
	Total	11,00	1,408	11,38	1,273	10,25	1,740	10,90	1,432	12,46	1,160	12,57	0,900	13,10	0,816	10,86	1,511	13,88	.

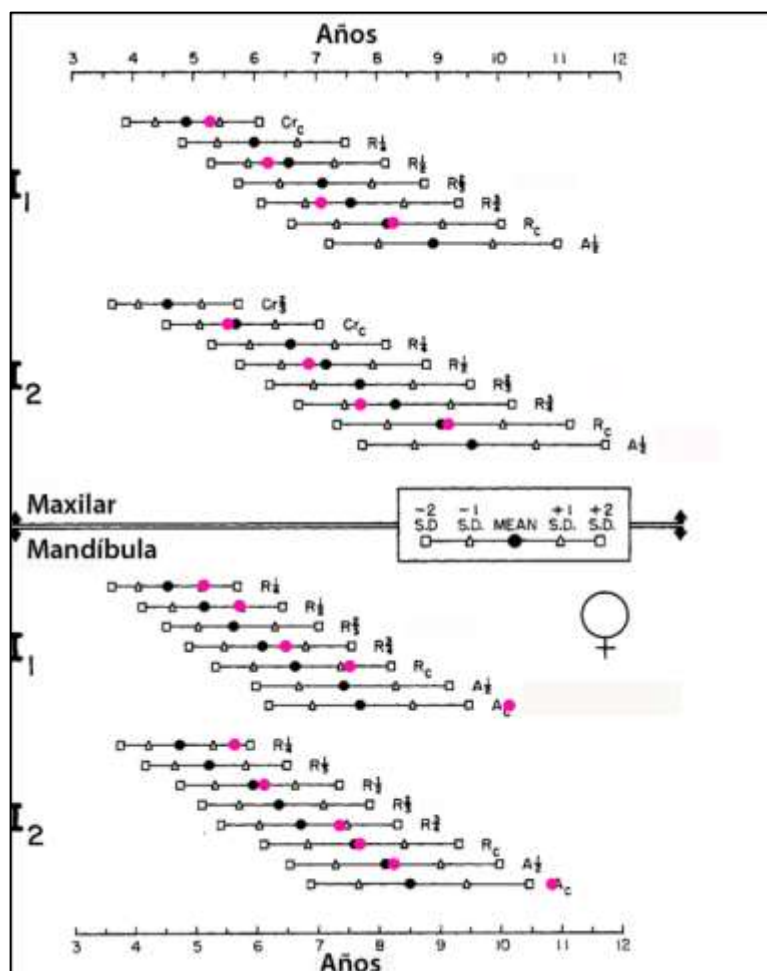


Fig. 27. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Incisivos superiores e inferiores para el sexo femenino

Moorrees establece gráficos para cada diente según la etapa de formación, distinguiéndolos entre géneros. Por lo que hay gráficos para varones y para niñas. Aunque en esta muestra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre géneros, sí se calcularon y compararon las medias de edad según género con sus respectivos gráficos. Al comparar las medias obtenidas con los gráficos de Moorrees, Fanning y Hunt, se observó que:

El incisivo central superior presentó una edad media para cada etapa de formación muy similar a la de los gráficos. La formación coronal completa se obtuvo un poco más tarde y la formación radicular $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ se obtuvo un poco más temprano en la muestra, estando siempre en el rango de 1 desviación estándar. (Fig. 27)

El incisivo lateral superior presentó formación coronal completa y radicular completa a la misma edad en la muestra que en el gráfico. La formación radicular $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ se obtuvo un poco más antes en la muestra, estando siempre en el rango de 1 desviación estándar.

El incisivo central inferior alcanzó cada etapa de formación de forma más tardía, estando la diferencia en 1 desviación estándar para la formación radicular de $\frac{1}{4}$ hasta $\frac{3}{4}$; la formación radicular se completó casi un año más tarde y el cierre apical se alcanzó más tarde, saliéndose del rango de 2 desviaciones estándar.

El incisivo lateral inferior presentó edades similares para alcanzar cada etapa de formación. Sólo se observó un retardo en la edad para la formación radicular de $\frac{1}{4}$, pero debe considerarse que la edad media establecida por Moorrees para esa etapa es menor que 5 años y esta muestra no contiene individuos en ese grupo de edad. El cierre apical se alcanzó más tarde, saliéndose del rango de 2 desviaciones estándar.

Para el canino y premolares inferiores se observaron mayores diferencias (Fig. 28). Cabe destacar que para ninguna etapa se observaron pacientes con edades inferiores a 5 años ni superiores a 13,99, por lo que las etapas alcanzadas por la muestra de Moorrees a edades menores de 5 años o 14 o más, no pueden evaluarse en la presente muestra.

Para el canino inferior, cada una de las etapas de formación dental se obtuvo

consistentemente a una edad mayor en la presente muestra, indicando una formación más tardía que la reportada por Moorrees. La diferencia es mayor a 2 desviaciones estándar para completar la formación coronal e iniciar la radicular, de 2 desviaciones estándar para completar la formación radicular y apical y de una desviación estándar para la formación radicular $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$.

El primer premolar inferior presentó un comportamiento similar a la del canino, con una formación más tardía de forma consistente en todas las etapas. La diferencia fue de 2 desviaciones estándar para la etapas iniciales de formación, haciéndose menor al avanzar en la formación radicular hasta completarla.

El segundo premolar también presentó retardo para alcanzar cada etapa de formación. Este retardo fue de 2 desviaciones estándar en las etapas de formación coronal. Sin embargo, el retardo en la formación radicular fue de una desviación estándar en todas las etapas.

La formación de los molares permanentes para el género femenino presentó retraso para todas las etapas en comparación con los gráficos de Moorrees (Fig. 29). Para el primer molar permanente el retardo fue de 2 desviaciones estándar para las etapas de formación radicular hasta $\frac{3}{4}$. La formación radicular y apical completa fue alcanzada más tardíamente que dos desviaciones estándar.

Resumiendo, al comparar las medias de edad para el género femenino, a las que se alcanza cada etapa, la muestra coincide con lo establecido por Moorrees para incisivos centrales y laterales superiores e inferiores, pero presenta retraso consistente con respecto a lo establecido para canino, premolares y molares.

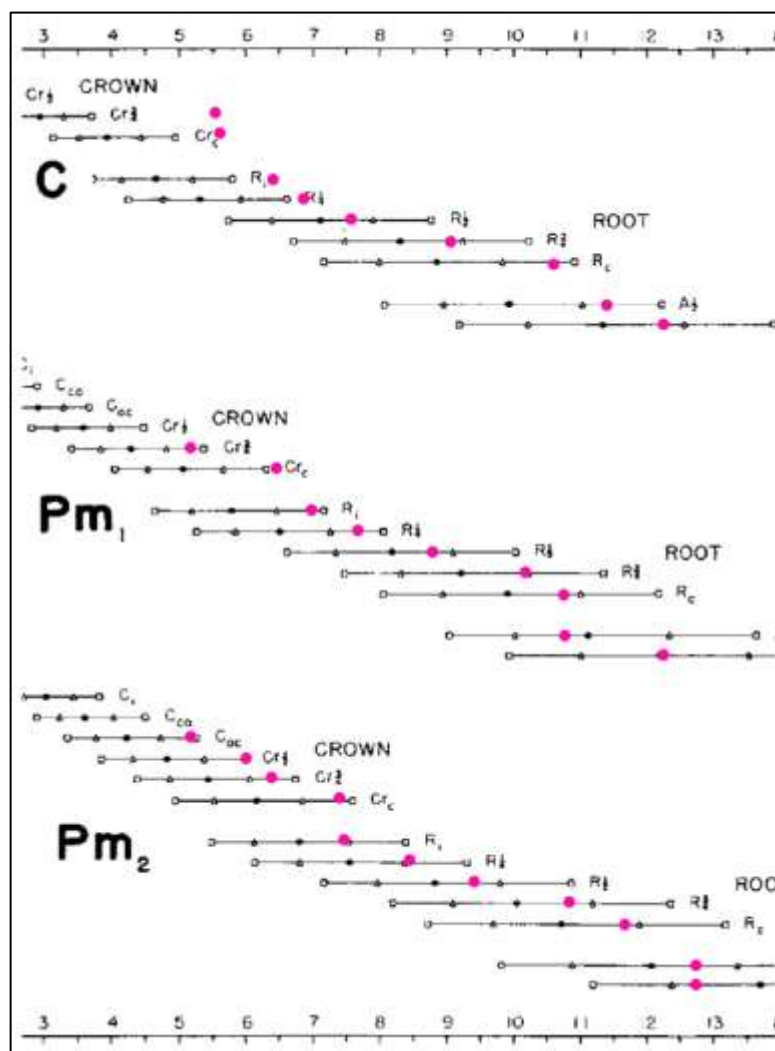


Fig. 28. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Incisivos caninos y premolares para el sexo femenino

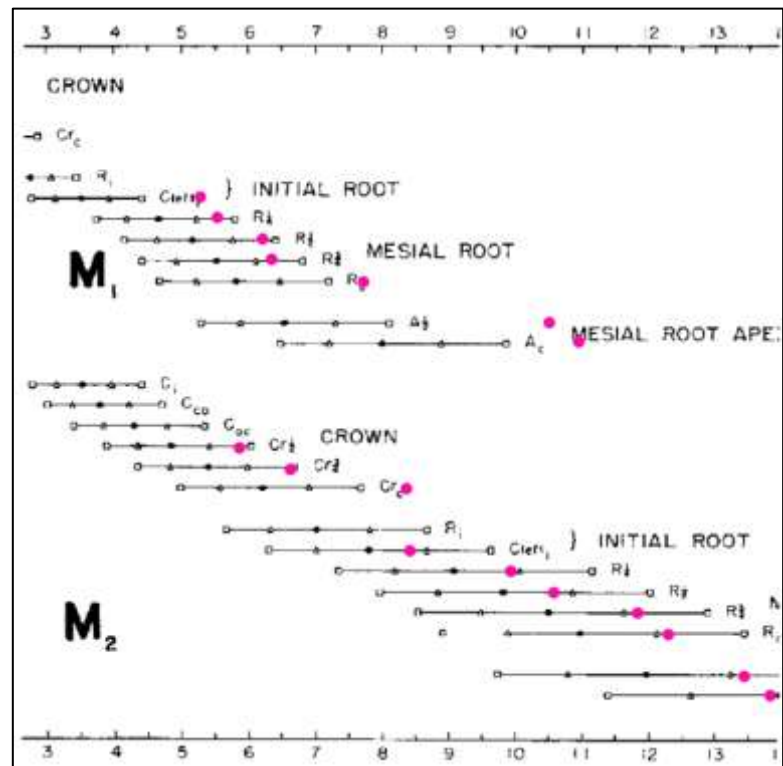
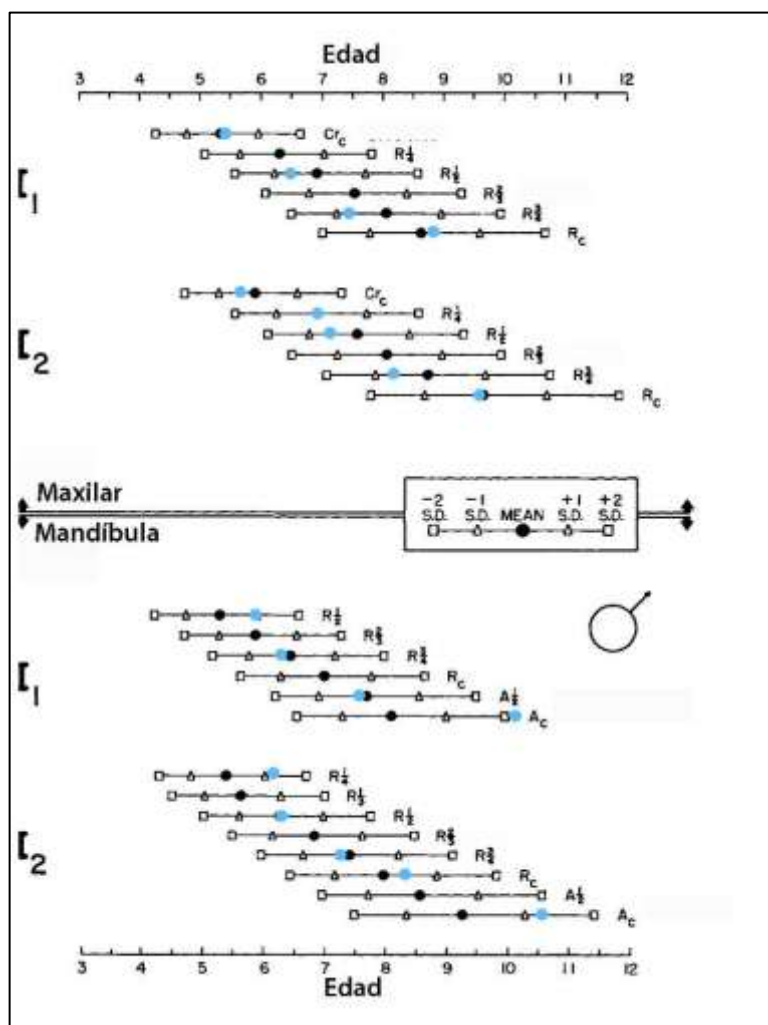


Fig. 29. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Molares para el sexo femenino



El incisivo lateral superior presentó formación radicular de $\frac{1}{2}$ y completa a la misma edad en la muestra que en el gráfico. La formación coronal completa, radicular $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ se obtuvo un poco antes en la muestra, estando siempre en el rango de 1 desviación estándar.

El incisivo central inferior alcanzó la formación radicular de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ coincidiendo con el gráfico. La Formación radicular completa se alcanzó dentro de una desviación estándar más tardía. Sólo el cierre apical se alcanzó más tarde, estando en el rango de 2 desviaciones estándar.

El incisivo lateral inferior presentó edades similares para alcanzar cada etapa de formación. Sólo se observó un retardo en la edad para la formación radicular de $\frac{1}{4}$, y para el cierre apical en el rango de 2 desviaciones estándar.

Para el canino y premolares inferiores se observaron mayores diferencias (Fig. 31). Cabe destacar que para ninguna etapa se observaron pacientes con edades inferiores 5 años ni superiores a 13,99, por lo que las etapas alcanzadas por el muestra de Moorrees a edades menores de 5 años o 14 o más, no pueden evaluarse en la presente muestra.

Para el canino inferior, cada una de las etapas de formación dental se obtuvo consistentemente una edad mayor en la presente muestra, indicando una formación más tardía que la reportada por Moorrees. La diferencia es mayor de 2 desviaciones estándar para completar la formación coronal e iniciar la radicular, 2 desviaciones estándar para completar la formación radicular y una desviación estándar a formación radicular $\frac{1}{2}$ y apical. La formación radicular de $\frac{3}{4}$ fue coincidente con el gráfico.

El primer premolar inferior presentó un comportamiento similar a la del canino, con una formación más tardía de forma consistente en todas las etapas. La diferencia fue de 2

desviaciones estándar para las etapas iniciales de formación, y para las etapas de formación radicular y apical completa. Fue sólo más tardía, en una desviación estándar, para las etapas de formación radicular $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$.

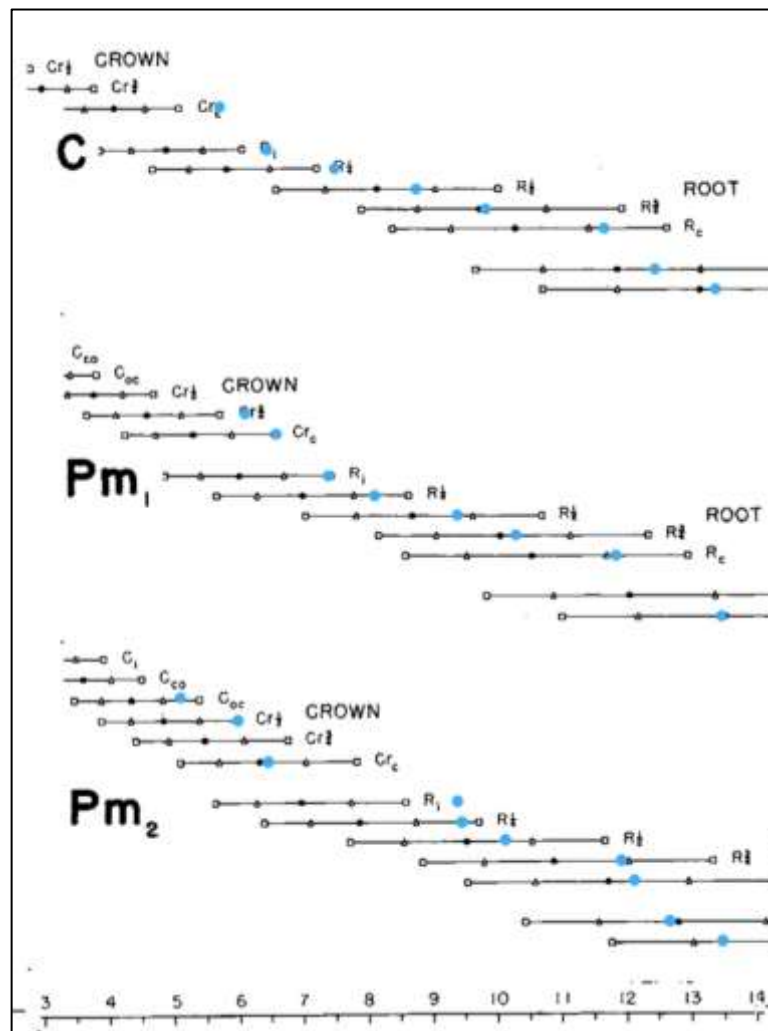


Fig. 31. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Caninos y premolares para el sexo masculino.

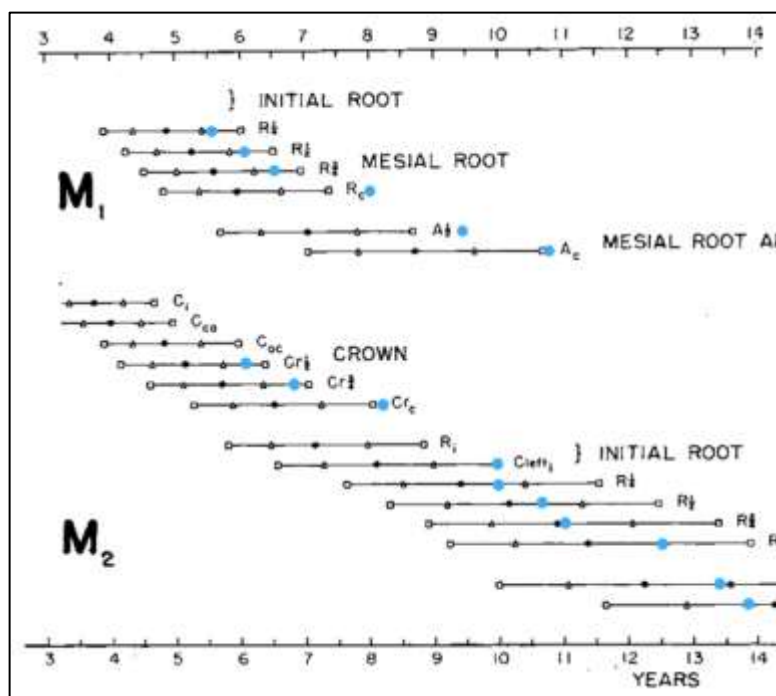


Fig. 32. Comparación entre la media de edad a la que se obtuvo cada etapa de formación dental en la muestra y los gráficos de medias y desviación estándar de Moorrees, Fanning y Hunt. Molares para el sexo masculino.

El segundo premolar también presentó retardo para alcanzar cada etapa de formación. Este retardo fue de 2 desviaciones estándar en las etapas de formación coronal, hasta completar la corona, etapa en la cual hubo concordancia. Sin embargo, el retardo en la formación radicular fue de una desviación estándar en todas las etapas.

La formación de los molares permanentes para el género masculino presentó retraso para todas las etapas en comparación con los gráficos de Moorrees (Fig. 32). Para el primer molar permanente el retardo fue de 2 desviaciones estándar para las etapas de formación radicular hasta $\frac{3}{4}$. La formación radicular y apical completa fue alcanzada más tardíamente que dos desviaciones estándar.

Para el segundo molar permanente, hubo un retardo de una desviación estándar para alcanzar todas las etapas de formación radicular, con excepción de la formación radicular $\frac{1}{2}$ la cual fue coincidente. Para las etapas de formación coronal, el retardo es de 2 desviaciones estándar o más.

Resumiendo, al comparar las medias de edad para el género masculino, a las que se alcanza cada etapa, la muestra coincide con lo establecido por Moorrees para incisivos centrales y laterales superiores e inferiores, pero presenta retraso consistente con respecto a lo establecido para canino, premolares y molares.

Tabla XXVII Porcentaje de medias ubicadas en una o dos desviaciones estándar en los gráficos de Moorrees

	<2DS	-2 DS	-1 DS	M	+1DS	+2 DS	>+ 2DS
Femenino	0,00%	0,00%	10,71%	8,93%	41,07%	25,00%	14,29%
Masculino	0,00%	0,00%	14,29%	12,24%	32,65%	26,53%	14,29%
TOTAL	0,00%	0,00%	12,38%	10,48%	37,14%	25,71%	14,29%

Al comparar las medias obtenidas con los gráficos de Moorrees, se obtuvieron respuestas cercanas a la media hasta mayores a 2 desviaciones estándar (Tabla XXVII). La distribución porcentual de esas respuestas estableció que en el 10,48% de las mismas coinciden las medias, 12,38% estuvieron en -1 desviación estándar. La mayoría de las medias (77,14%) fue mayor a la de Moorrees, estando 37,15% en +1 desviación estándar, 25,71% en +2 desviaciones estándar y 14,29% > a +2 desviaciones estándar.

4.6 DEMIRJIAN

En el método de Demirjian se establece codificación por letras para las diferentes etapas de formación. La moda hallada por edad en esta muestra se resume en la Tabla XXVIII.

Las curvas de formación para cada diente se resumen en la Fig. 33, siendo el gráfico similar al generado al utilizar las etapas de Nolla (Fig. 23) y la descripción de la formación dental igual a la realizada para ese gráfico.

La diferencia entre la edad cronológica y la edad dental fue estadísticamente significativa ($p=0,05$)

Tabla XXVIII Moda de las etapas de formación radicular según Demirjian

edad legal	31 incisivo central inferior	32 incisivo lateral inferior	33 canino inferior	34 primer premolar inferior	35 segundo premolar inferior	36 primer molar inferior	37 segundo molar inferior
5,00 a 5,99	E	E	D	C	C	E	B
6,00 a 6,99	F	F	D	D	C	G	C
7,00 a 7,99	G	G	E	D	D	G	C
8,00 a 8,99	H	G	F	E	D	G	D
9,00 a 9,99	H	H	G	F	E	H	E
10,00 a 10,99	H	H	G	G	F	H	E
11,00 a 11,99	H	H	G	G	G	H	E
12,00 a 12,99	H	H	G	H	G	H	G
13,00 a 13,99	H	H	H	H	H	H	G

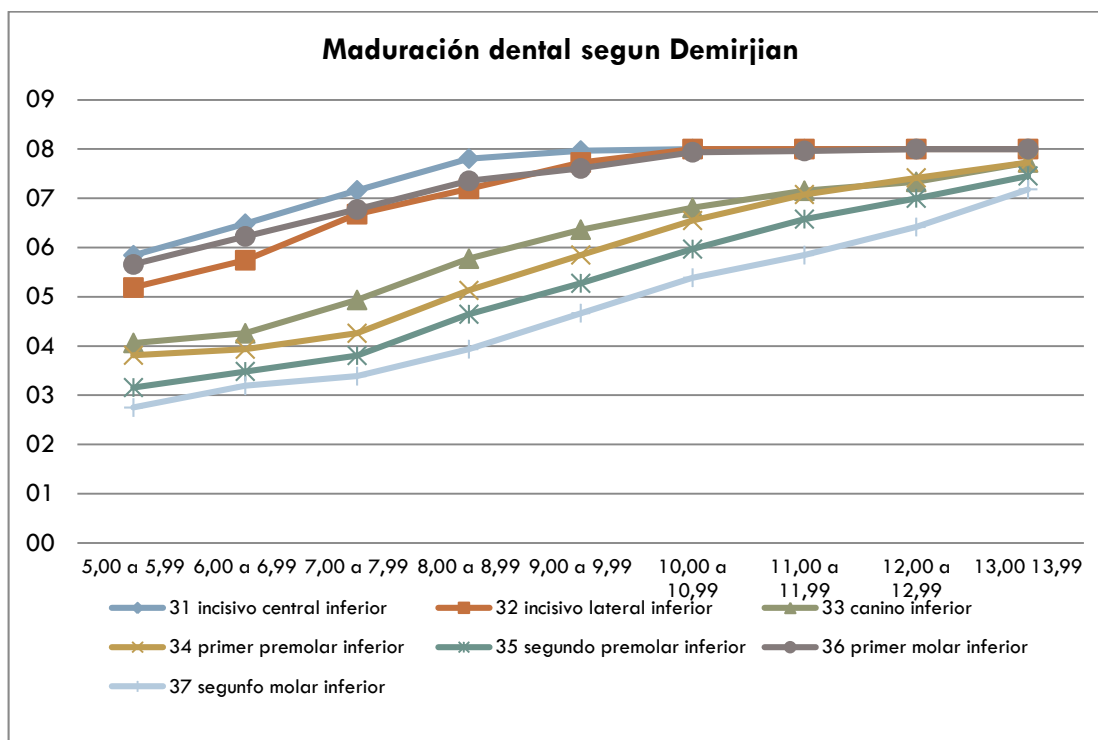


Fig. 33. Gráfico de líneas que representa las medias de las etapas de formación dental según Demirjian distribuidos por edad.

Cada valor hallado por diente fue trasladado al valor ponderado establecido por Demirjian, los valores fueron sumados y la edad dental hallada al cotejar la suma obtenida con la tabla indicada. Este método establece valores ponderados diferentes entre géneros. En la presente muestra, no hubo diferencia estadísticamente significativa (τ de Student, $p=0,05$) entre la media de formación para cada diente entre géneros.

Para cada caso se calculó la edad dental y la diferencia entre esta y la edad cronológica en decimales. Se calcularon las medias de edad dental, edad cronológica y diferencia entre ambas. Estas se expresan de forma estratificada, por grupo de edad legal en la Tabla XXIX y en la Fig. 36. Con el método de Demirjian la edad dental calculada fue mayor

que la edad cronológica para todos los grupos de edad. Esta diferencia fue de 4 a 10 meses en la muestra total.

Tabla XXIX Edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Demirjian, diferencia y desviación estándar distribuida según edad

edad legal	Media edad cronológica	Media edad dental Demirjian	Diferencia	DS
5,00 a 5,99	5,55	6,49	0,940**	0,655
6,00 a 6,99	6,50	7,09	0,586	0,504
7,00 a 7,99	7,37	7,74	0,365	0,741
8,00 a 8,99	8,50	8,81	0,314	0,886
9,00 a 9,99	9,46	10,13	0,664	1,083
10,00 a 10,99	10,47	11,36	0,885*	0,759
11,00 a 11,99	11,54	12,09	0,548	1,148
12,00 a 12,99	12,62	12,93	0,308	1,456
13,00 a 13,99	13,52	14,42	0,894	1,470

ANOVA Diferencia estadísticamente significativa *p=0,05 **p=0,001

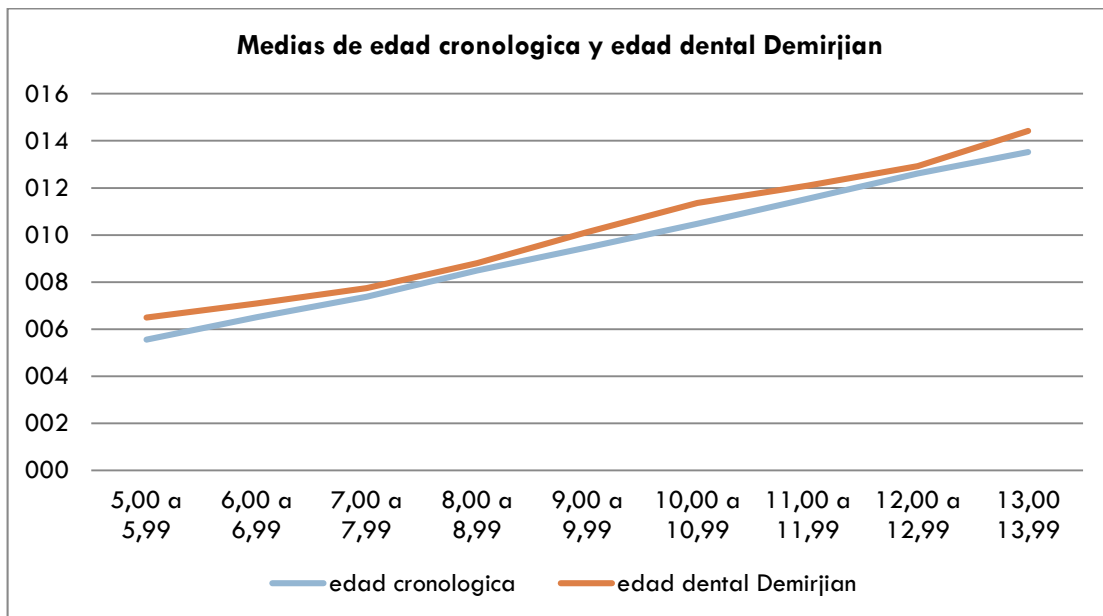


Fig. 34. Gráfico comparativo de edad cronológica y calculada utilizando el método de Demirjian

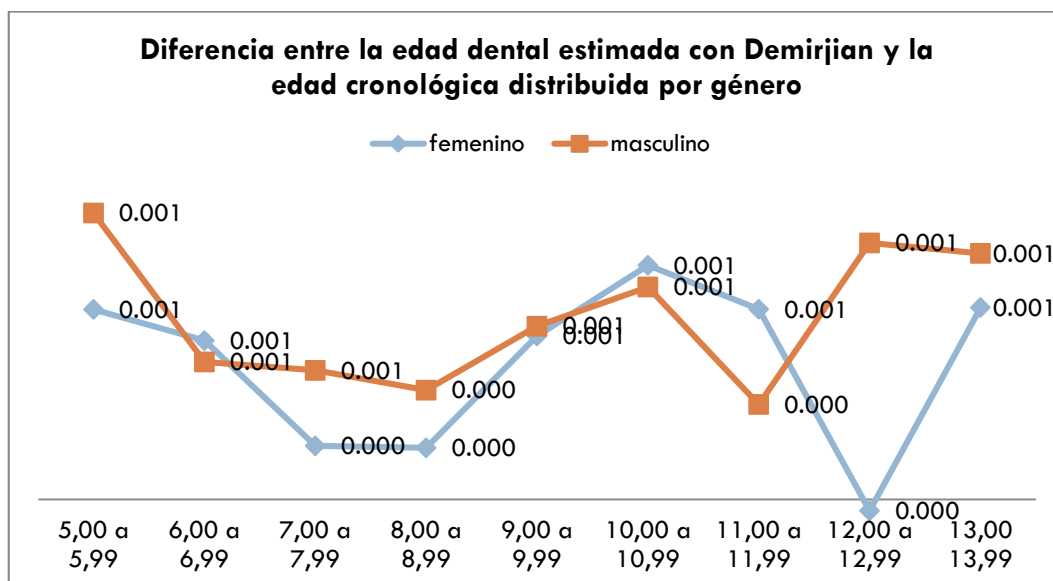


Fig. 35. Gráfico de líneas representativo de la media de diferencias entre edad cronológica y edad dental calculada con el método de Demirjian, distribuido por edad y género

Se analizó de forma separada entre géneros la diferencia entre la edad dental y la cronológica. (Fig. 35) Para ambos géneros la edad dental calculada fue mayor a la edad cronológica. El género masculino presentó mayor diferencia, siendo la media de la diferencia mayor a un año para las edades 5 y 12. La menor diferencia para este grupo fue de 4 meses a los 11 años. Para el género femenino, la diferencia fue ligeramente menor que para el género masculino. La mayor sobrestimación se halló a los 10 años, y fue cercana a 10 meses. Para el grupo de 12 años coincidió la edad dental con la edad cronológica. Se obtuvo que esta diferencia entre géneros no presentó significancia estadística al utilizar la prueba t de Student, fijando $p=0,05$. La media de la diferencia para el género femenino fue ligeramente menor ($0,562 \pm 0,963$) que para el masculino ($0,669 \pm 0,902$),

La media de la diferencia entre edad dental y cronológica para el género femenino y masculino fueron similares, siendo $0,562 \pm 0,963$ y $0,669 \pm 0,902$ respectivamente.

4.7 WILLEMS

El método de Willems utiliza las etapas de formación identificadas utilizando el método de Demirjian; la diferencia radica en la tabla de valores ponderados que se utiliza para la sumatoria de las etapas y la obtención directa de la edad dental.

Las modas y medias de formación son las mismas que las del método de Demirjian. (Tabla XXVIII, Fig. 33)

Las medias de edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Demirjian y la diferencia entre ambas se recopila en la Tabla XXX y Fig. 36.

Con este método se obtuvo una estrecha relación entre la edad cronológica y la edad dental, siendo ambas casi iguales para todos los grupos de edad. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambas variables, aceptando la hipótesis nula. La media de la diferencia, positiva o negativa, en ninguna edad fue mayor a 4 meses y medio, siendo la menor diferencia de 17 días.

Tabla XXX Edad cronológica, edad dental calculada utilizando el método de Willems, diferencia y desviación estándar distribuida según edad

edad legal	Media edad cronologica	Media edad dental Willems	Diferencia	DS
5,00 a 5,99	5,55	5,93	0,382	0,834
6,00 a 6,99	6,49	6,60	0,113	0,671
7,00 a 7,99	7,37	7,43	0,056	0,940
8,00 a 8,99	8,44	8,49	0,050	0,823
9,00 a 9,99	9,46	9,70	0,231	1,022
10,00 a 10,99	10,47	10,67	0,193	0,821
11,00 a 11,99	11,54	11,70	0,159	1,105
12,00 a 12,99	12,62	12,21	-0,412	1,398
13,00 13,99	13,52	13,84	0,318	1,625

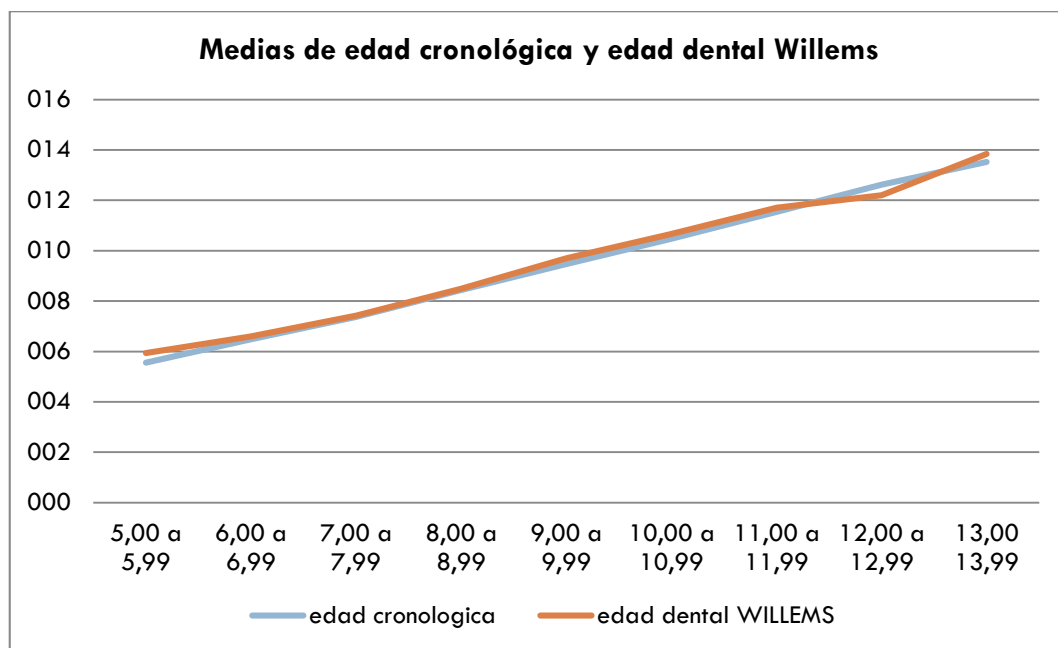


Fig. 36. Gráfico comparativo de edad cronológica y calculada utilizando el método de Demirjian

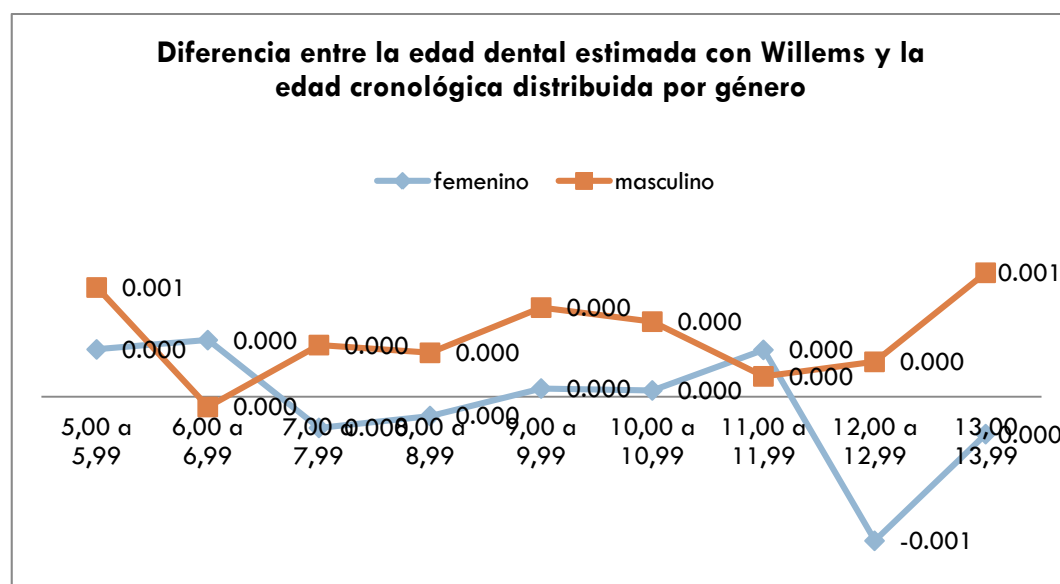


Fig. 37. Gráfico de líneas representativo de la media de diferencias entre edad cronológica y edad dental calculada con el método de Willems, distribuido por edad y género

Se analizó de forma separada las medias de diferencia entre géneros. (Fig. 37) Para el grupo masculino hubo una leve sobrestimación de la edad, siendo el máximo de 7 meses, Hubo concordancia entre la edad dental y cronológica, con una pequeña sobrestimación de 3 a 4 meses. En el grupo de 6 años la diferencia de 18 días. El grupo femenino presentó concordancia casi perfecta entre la edad dental y cronológica, siendo la diferencia de días entre las edades de 6 a 11. En el grupo de 12 años, la edad se subestimó en 8 meses. La media de la diferencia fue $0,013 \pm 0,956$ para el género femenino y $0,286 \pm 0,960$ para el masculino. Se obtuvo que esta diferencia entre géneros fue estadísticamente significativa al utilizar la prueba t de Student, fijando $p=0,05$.

4.8 DIFERENCIAS ENTRE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE MADURACIÓN DENTAL

De los cinco métodos descritos, tres presentan una manera similar de calcular edad dental y establecer su diferencia con la edad cronológica: Nolla, Demirjian y Willems. En la 0 y Fig. 38 se resumen y comparan estas diferencias.

La mayor precisión para el cálculo de la edad cronológica a partir de la edad dental la presentó el método de Willems. El método de Demirjian sobrestimó de la edad y el de Nolla la subestimó. Esta observación también fue válida al separar los grupos según el género (Fig. 39). Sin embargo, al realizar la correlación de Pearson, fijando $p=0,01$, entre la edad dental calculada y la edad cronológica del paciente, los tres métodos presentaron una fuerte correlación, en todos los casos superior a 0,9. (Tabla XXXI)

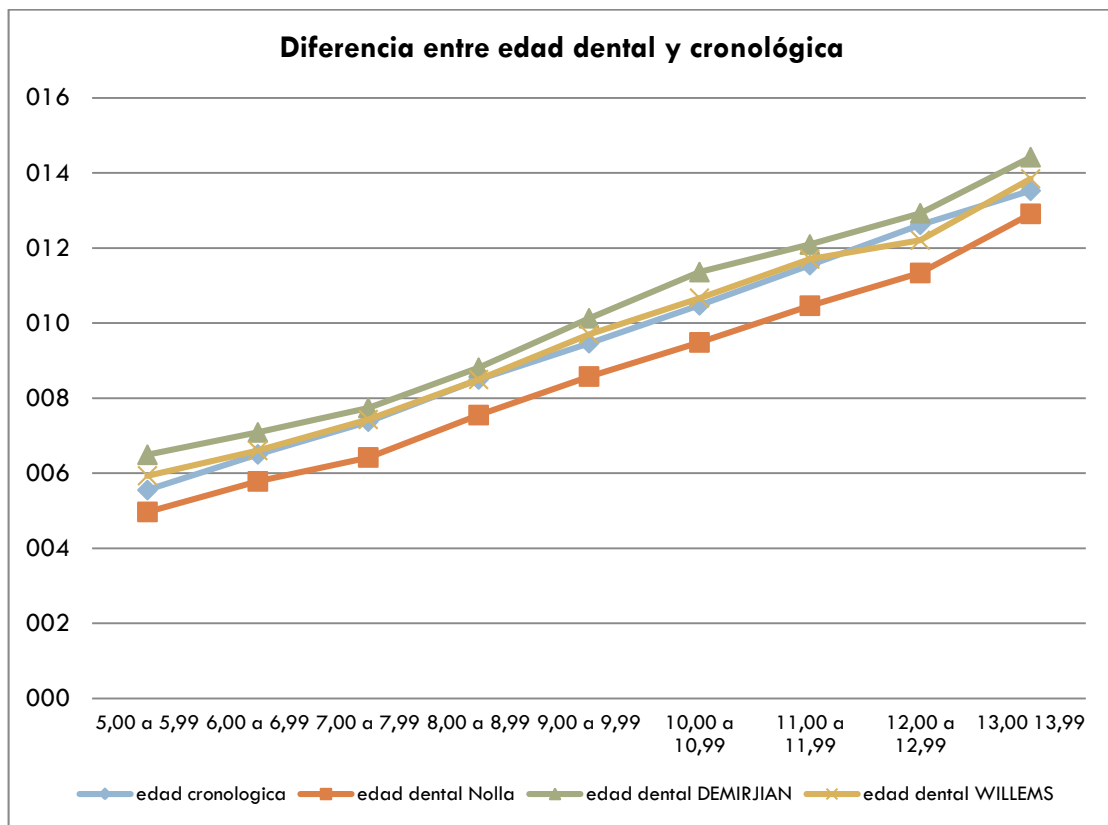


Fig. 38. Gráfico comparativo entre edad cronológica y dental

Tabla XXXI Correlación entre edad cronológica y edad dental calculada con los métodos de Nolla, Demirjian y Willems

Correlación de Pearson $p=0,01$		edad dental Nolla	edad dental Demirjian	edad dental Willems
edad cronológica	Correlación de Pearson	0,921	0,929	0,922
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000
	N	238	238	238

La edad cronológica y la edad dental calculada con los tres métodos presentaron una elevada correlación ya que al ser mayor una de ellas, también lo es la otra.

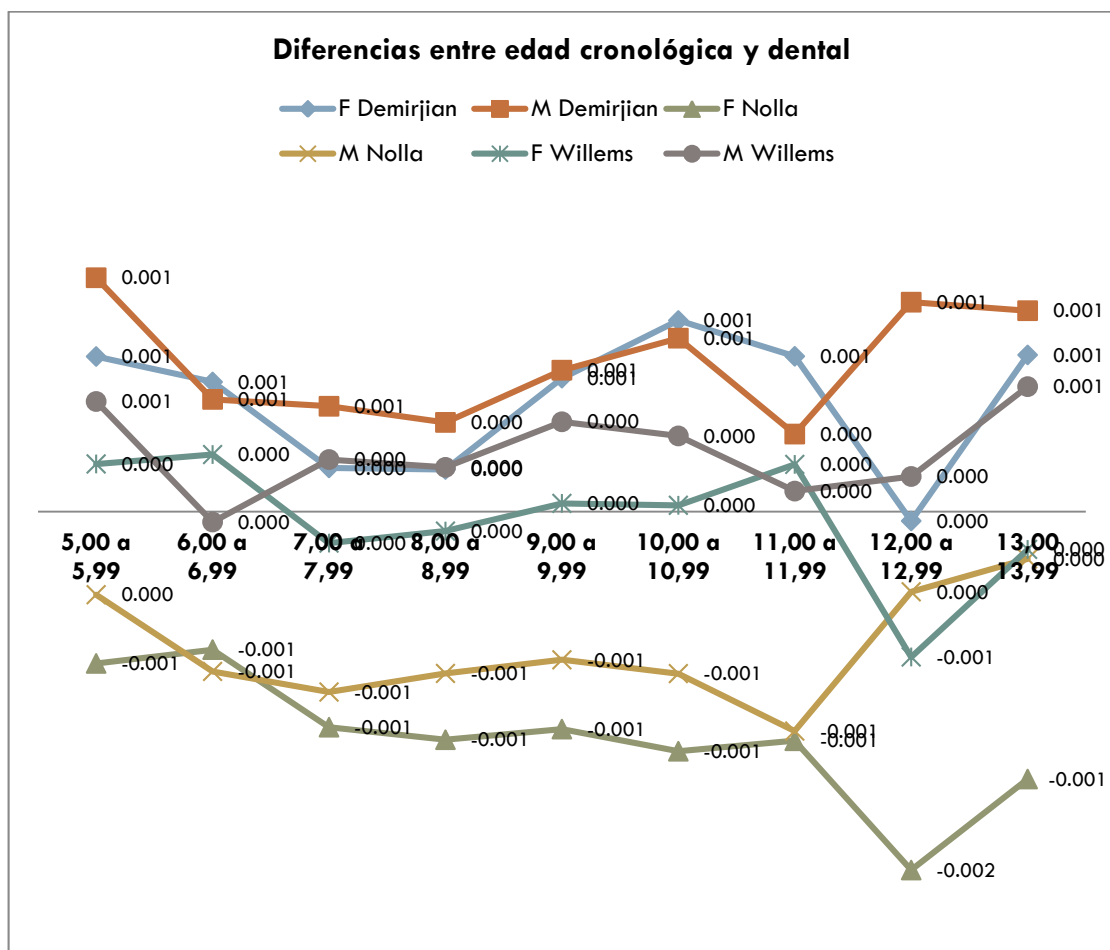


Fig. 39. Gráfico comparativo de las medias de la diferencia entre edad dental y edad cronológica por género calculadas con los métodos de Nolla, Demirjian y Willems

Tabla XXXII ANOVA Diferencia de medias entre edad cronológica y edad dental calculada con los métodos de Nolla, Demirjian y Willems

(I) factor de multiplicación	(J) factor de multiplicación	Diferencia Media (I-J)	Error Estandar	Sig.
Edad Cronológica	Edad dental según el método de Nolla	0,88**	0,22	0,001
	Edad dental según el método de Demirjian	-0,61*	0,22	0,032
	Edad dental según el método de Willems	-0,15	0,22	0,916
Prueba ANOVA Post Hoc Tukey. ** p=0,01 *p=0,05				

Al aplicar la prueba ANOVA la diferencia entre las medias de edad cronológica y edad dental calculada utilizando los tres métodos fue estadísticamente significativa para el método de Nolla ($p=0,01$) y para el método de Demirjian ($p=0,05$). No hubo diferencia estadísticamente significativa entre la edad cronológica y la edad dental calculada con el método de Willems, aceptando la hipótesis nula. (Tabla XXXII)

Tabla XXXIII Medias y desviación estándar de diferencia entre edad dental y cronológica

edad legal	edad cronológica	edad dental Nolla	diferencia Nolla edad	DS	edad dental DEMIRJIAN	Diferencia Demirjian edad	DS	edad dental WILLEMS	Media	DS
5,00 a 5,99	5,55	4,97	-0,573	0,105	6,49	0,940**	0,655	5,93	0,382	0,834
6,00 a 6,99	6,50	5,78	-0,720	0,110	7,09	0,586	0,504	6,60	0,113	0,671
7,00 a 7,99	7,37	6,42	-0,954**	0,127	7,74	0,365	0,741	7,43	0,056	0,940
8,00 a 8,99	8,50	7,55	-0,947**	0,153	8,81	0,314	0,886	8,49	0,050	0,823
9,00 a 9,99	9,46	8,58	-0,889*	0,158	10,13	0,664	1,083	9,70	0,231	1,022
10,00 a 10,99	10,47	9,48	-0,989**	0,127	11,36	0,885*	0,759	10,67	0,193	0,821
11,00 a 11,99	11,54	10,46	-1,082**	0,231	12,09	0,548	1,148	11,70	0,159	1,105
12,00 a 12,99	12,62	11,33	-1,284	0,428	12,93	0,308	1,456	12,21	-0,412	1,398
13,00 a 13,99	13,52	12,91	-0,615	0,639	14,42	0,894	1,470	13,84	0,318	1,625
TOTAL			-0,883**	0,947		0,615*	0,932		0,148	0,965
Prueba ANOVA Post Hoc Tukey. ** $p=0,01$ * $p=0,05$										

Al analizar las diferencias entre la edad cronológica y la edad dental por grupos de edad (ANOVA) (Tabla XXXIII) se observa que para los grupos de 6, 12 y 13 años de edad esta no presenta significatividad estadística. Con el método de Nolla las diferencias son estadísticamente significativas en las edades 7, 8, 10 y 11 ($p=0,01$) y 9 ($p=0,05$). Con el

método de Demirjian las diferencias fueron estadísticamente significativas en el grupo de 6 años ($p=0,01$) y de 10 años ($p=0,05$).

5 DISCUSIÓN

La edad dental es un indicador de maduración somática de importancia en varios ámbitos, tanto legales como médicos, siendo que en la planificación del tratamiento odontológico del paciente en crecimiento reviste especial interés.

Se han descrito diversos métodos de estimación de la maduración dental, los cuales han presentado resultados variables en las distintas poblaciones donde han sido aplicados. (Tabla X)

En este estudio se seleccionaron radiografías de alta calidad de pacientes en crecimiento para aplicar los métodos de estimación de maduración dental. El rango de edad fue de 5 a 13 años inclusive, abarcando las edades en las cuales éstas se realizan rutinariamente y en las que mayor cantidad de cambios se observan en el desarrollo dental. La distribución observada de edad y género fue homogénea, habiendo una menor cantidad de pacientes de 12 y 13 años, ya que hubo que excluir varios casos por tener antecedentes de tratamiento ortodóncico o exodoncias. Ahora bien, en esas edades, la cantidad de etapas que se observan en los dientes en formación ha disminuido. Esto se debe a que cerca de los 10 años muchos dientes han alcanzado el cierre apical, disminuyendo el número de variables a evaluar en edades posteriores. En pacientes menores de 4 años no está indicado la toma de radiografías panorámicas de forma rutinaria. Sólo se realizan cuando hay alguna patología o hay antecedente de trauma, siendo ambos factores criterios de exclusión para esta investigación.

Los criterios de exclusión en la selección de la muestra fueron muy rigurosos, tomando en consideración los factores conocidos que afectan el desarrollo de la dentición, como nacimiento prematuro, (65), (45) factores nutricionales (48), (50) e historia de

tratamiento endodóncico o pérdidas prematuras de dientes primarios. (52), (55), (56), (57)

Los métodos de evaluación de maduración dental utilizados analizan el desarrollo de los gérmenes dentales de forma unilateral. Los autores han determinado previamente que el desarrollo de la dentición sigue patrones simétricos bilaterales, y esto concuerda con las observaciones histológicas de Gran y Burdi. (60) También en concordancia con ese estudio, en la presente muestra se observó que el desarrollo de la dentición sigue un patrón con “efecto de campo” en el cual los dientes vecinos o integrantes de un campo se desarrollan de forma casi simultánea. Para todos los métodos evaluados, los incisivos superiores e inferiores presentaron curvas de maduración similares y coincidentes en el tiempo, en conjunto con el primer molar permanente. Los caninos y premolares también presentan, posteriormente, curvas de desarrollo y erupción similares y casi simultáneas.

La concordancia intra-observador observada para todos los métodos es sustancial. La observación de la erupción presentó la mayor concordancia, esto se debe a la facilidad con la cual puede realizarse la observación de las tres etapas de erupción evaluadas y al número reducido de posibilidades de respuesta. Sólo se contemplaron tres alternativas, según planteado previamente por Lewis y Garn (36), disminuyendo la posibilidad de error.

El método de Moorrees, Fanning y Hunt (1) presentó menor índice K intra-observador que los demás (0,676). Esto puede deberse a la cantidad de etapas que plantean, siendo catorce; y a la dificultad de determinar la diferencia entre etapas muy cercanas, como $\frac{1}{2}$ cierre apical y cierre apical completo.

El método de Nolla (9) índice K intra-observador similar al de Moorrees. (0,677) Aunque ese método plantea menor cantidad de etapas, siendo éstas 10. Aunque las etapas

de formación radicular son idénticas a las planteadas posteriormente por Demirjian, (2) permite la evaluación de tres etapas intermedias, asignándoles valores decimales y ampliando el rango de respuestas posibles a treinta para cada diente. Además de esto, se evalúa la formación de dientes maxilares, los cuales pueden ser más difíciles de evaluar y por ello se excluyen de los otros métodos. (1)

El método de Demirjian presentó la mayor concordancia intra-observador, siendo de 0,746. Esto puede deberse a la facilidad de la identificación de las diferentes etapas planteadas, a la menor cantidad de etapas en comparación con otros métodos y a la inclusión sólo de dientes inferiores.

Todos los métodos de identificación de etapas de maduración utilizados son suficientemente explícitos para ser utilizados por diferentes investigadores. Presentan algunas etapas coincidentes entre ellos y otras únicas para cada método, pero cada una claramente identificable, con observaciones reproducibles como se observó en esta investigación y ha sido planteado en la literatura. (30), (43)

Método de Schour y Massler

Este método (7), (8) fue desarrollado en base a observaciones macroscópicas realizadas en cadáveres caucásicos. Es muy útil en el ámbito clínico por la facilidad de su utilización, pero los rangos de edad que establece para cada dibujo esquemático son muy amplios, con desviaciones estándar de ± 8 meses.

La erupción observada en esta muestra fue muy similar a la planteada por Schour y Massler. Hubo acuerdo en 83,39% de los casos evaluados y hubo diferencia

estadísticamente significativa sólo para la erupción del incisivo central inferior.

Las principales diferencias observadas están en acuerdo con lo descrito por FUNDACREDESA (22) para la primera etapa de dentición mixta, siendo que en esta muestra el incisivo central inferior es el primer diente permanente en erupcionar. Sin embargo difieren en la secuencia planteada para la segunda etapa de dentición mixta ya que se observó erupción del canino superior después que los segundos premolares. La secuencia planteada como más prevalente por el estudio de FUNDACREDESA es $I_1, M_1, M^1, I^1, I_2, I^2, C_1, P_1, P^1, C^1, P_2, P^2, M_2, M^2$. La secuencia observada en esta investigación fue $I_1, M_1, M^1, I^1, I_2, I^2, C_1, P_1, P^1, P_2, P^2, C^1, M_2, M^2$.

Las secuencias de FUNDACREDESA y las observadas en esta muestra fueron inferidas de mediciones tomadas de forma transversal, por lo que estudios longitudinales permitirán validar o no las observaciones planteadas.

En cuanto a la formación radicular, este método es poco sensible. Se identificaron las etapas en el dibujo y se compararon estas con las observadas en la muestra. Hubo diferencias estadísticamente significativas para algunos grupos de edad, para casi todos los dientes evaluados. La mayoría de los dientes presentó formación radicular acelerada, siendo la diferencia estadísticamente significativa (ANOVA $p=0,05$), al comparar con las tablas de Schour y Massler, a edades tempranas. Las mayores discrepancias fueron observadas en el incisivo central inferior, los caninos, tanto superior como inferior, y los primeros molares permanentes, tanto superior como inferior; habiendo diferencias puntuales en algunas edades para el primer premolar inferior, los segundos premoalres y los segundos molares tanto superiores como inferiores.

Por lo anteriormente expuesto, no es recomendable utilizar la Tabla de Schour y Massler como patrón de comparación para la formación radicular en esta muestra y sería de utilidad plantear una adecuación de los dibujos esquemáticos que refleje de forma más precisa la formación radicular en las diferentes edades.

Entonces, la comparación de cada paciente en particular con lo planteado para erupción por Schour y Massler es válido, con excepción de la observación puntual de la erupción del incisivo central inferior.

Estimación de la maduración dental con el Método de Nolla

El uso de este método no ha sido ampliamente reportado en la literatura. Las etapas de formación que se plantean son fácilmente identificables y reproducibles. La utilización de identificación numérica da cada etapa facilita los cálculos estadísticos, además de permitir la asignación de decimales cuando existe duda entre dos etapas.

Esta autora plantea diferencias en el cálculo de la edad dental entre géneros. Estas diferencias fueron observadas para las etapas en cada diente en esta muestra, siendo estadísticamente significativas para el canino superior y para el canino y el primer premolar inferior. De esta manera se constata que la formación radicular es diferente entre géneros para una misma edad legal.

Se comparó la formación radicular media observada con la planteada por Nolla para cada edad. Hubo diferencias pequeñas observadas entre ambas, siendo en algunos casos mayor la etapa observada en la muestra que la reportada por Nolla. Sólo se hallaron diferencias estadísticamente significativas para el grupo de 5 años de edad, puntualmente

para el incisivo lateral inferior, los caninos, el primer premolar inferior y el segundo premolar superior. Entonces, el uso de la tabla de medias de maduración dental por edad planteada por Nolla (Tabla III) puede ser utilizada como referencia para esta población, con excepción de lo planteado para la edad de 5 años.

Ahora bien, la estimación de edad dental se realiza al obtener la suma aritmética de las etapas de formación de los 7 dientes mandibulares y 7 maxilares y luego llevar esa suma a una tabla de ponderación. La sumatoria por edad entre varones y hembras fue muy similar, siendo ligeramente mayor para las hembras.

Al convertir esta sumatoria en edad dental, se obtiene que ésta es menor que la edad cronológica para todas las edades. Es posible concluir que el método de Nolla subestima la edad de los pacientes para esta muestra con una media de $-0,88 \pm 0,95$. Esta diferencia es estadísticamente significativa ($p=0,01$). Sin embargo, al realizar la correlación entre edad dental y cronológica se obtuvo que la misma es de $0,921$ ($p=0,01$), siendo elevada.

Similarmente a los niños venezolanos evaluados, Maber y Cols. (15) hallaron una subestimación estadísticamente significativa de la edad para un grupo de 946 niños Caucásicos e Indianos en el Reino Unido, de $-1,02 \pm 0,85$.

Hay diferencias con los resultados de otros estudios con muestras más pequeñas, por ejemplo con lo reportado por Rai y Anand para 75 niños Indianos en los que este método sobrestimó la edad en $0,27 \pm 0,40$ años y por García Cárdenas y Cols. (81) quienes hallaron una correlación menor, $0,55-0,80$, en un grupo de 100 niños mejicanos con edades de 5 a 12 años, considerando esta relación buena.

El-Yazed y Cols. (87) también utilizaron las etapas de maduración de Nolla, pero no

compararon sus resultados con las tablas establecidas en el método sino que proponen sumatorias para la población Egipcia, basándose en su muestra de 378 niños de 6 a 15 años de edad.

Ahora bien, a pesar de que el método establece diferencias entre géneros en las tablas de estimación de edad, la subestimación es diferente entre los mismos. Para el género femenino, la media de subestimación fue más amplia ($-1,04 \pm 0,93$) que para el masculino ($-0,72 \pm 0,94$). Esto está en concordancia con las observaciones de Maber y Cols. (15) quienes también hallaron una subestimación media de cerca de un año para el género femenino, y un poco menor para el género masculino

Por lo anteriormente expuesto puede concluirse que el método de Nolla puede ser utilizado para la identificación de etapas de formación dental y su comparación con las tablas establecidas, pero que el mismo carece de precisión para el cálculo de la edad dental en la muestra estudiada.

Estimación de la edad dental utilizando el método de Moorrees, Fanning y Hunt

El método establecido por Moorrees, Fanning y Hunt (1) no pretende estimar la edad del paciente a partir de la formación dental, sino comparar la formación observada con las tablas de maduración establecidas por los autores.

Elaboraron gráficos de formación para Incisivos superiores e inferiores y para caninos, premolares y molares inferiores. No se evaluaron molares superiores por la dificultad de observación en las radiografías lateromandibulares que fueron utilizadas. (9) Estos gráficos fueron específicos por género, considerando que hay diferencia en la formación dental

entre varones y hembras. En esta muestra se obtuvo que la diferencia de formación entre géneros fue sólo estadísticamente significativa para el canino inferior (t de Student, $p=0,05$).

Al comparar las medias de edad en la cual cada etapa de formación fue lograda con la media establecida en los gráficos, se obtuvo que para los incisivos superiores e inferiores, tanto para el género femenino como para el masculino, en la mayoría de las etapas hubo una concordancia de ± 1 desviación estándar. Pero para los demás dientes analizados, hubo una edad media de formación más tardía en casi todas las etapas. Esto se traduce en que en total el 77% de las etapas observadas se encontraron en el rango de la + 1 hasta más de +2 desviaciones estándar, habiendo un retraso en la formación dental de esta muestra en comparación con la estudiada por Moorrees, Fanning y Hunt. En parte esta diferencia pudiera deberse a que en la presente muestra fue de radiografías panorámicas, mientras que el estudio original fue realizado con radiografías lateromandibulares y periapicales.

Este método fue evaluado por Phillips y van Wyk Kotze (44), (88) en tres grupos étnicos diferentes (blancos mestizos, indios y negros) en Sur África. Estos autores hallaron que en la gran mayoría de los pacientes, independientemente de la etnia, este método subestimó la edad, alcanzando las etapas de maduración dental a edades más tardías que lo establecido por la norma. Esta observación concuerda con los resultados de la presente muestra en cuanto a la maduración más tardía de los dientes, difiriendo en que fue mayor el porcentaje de desaciertos en el grupo sur africano. Estos autores proponen tablas de desarrollo adaptadas a las medias y desviaciones estándar obtenidas para las etapas del desarrollo dental en su muestra.

Para esta muestra, en total hubo 60% de concordancia entre la edad a la cual esta

muestra alcanzó las etapas de formación y la reportada por Moorrees, dentro del rango ± 1 desviación estándar. Este método puede ser utilizado cuando la identificación de la etapa de formación dental deba ser más precisa, ya que divide éstas en 14. Sin embargo, su utilidad para conocer si determinado diente presenta una formación acorde con la edad cronológica, o se encuentra retardado o adelantado, presentó poca precisión en esta muestra.

Estimación de la edad dental utilizado el método de Demirjian

Este método fue el que presentó mayor índice K intra-observador, y divide la formación dental en 8 etapas. Ha sido ampliamente reportado su uso en la literatura, con resultados variables en diferentes poblaciones.

Este método propone valores ponderados de maduración, tanto por etapa como por género, para realizar la sumatoria y estimar la edad dental. En la presente muestra, no hubo diferencia estadísticamente significativa (t de Student, $p=0,05$) entre la media de formación para cada diente entre géneros.

Desde su estudio inicial en la población Franco-canadiense, la mayoría de los autores que lo han utilizado reportan una sobrestimación de la edad cronológica a partir del cálculo de la maduración dental.

La correlación entre edad dental y cronológica fue elevada en esta muestra, 0,929 ($p=0,01$). Este resultado es igual al descrito por Tineo y Cols. (4) en otra muestra venezolana. También es similar a la correlación previamente reportada en la literatura para diferentes poblaciones. (44), (82)

En esta muestra, el método de Demirjian sobrestimó la edad en todos los rangos de

edad legal. Esta sobrestimación tuvo una media de $0,615 \pm 0,932$, siendo estadísticamente significativa ($p=0,05$) y fue variable según las diferentes edades desde 4 meses hasta casi un año de sobrestimación, para los niños del área metropolitana de Caracas. La media de sobrestimación es un poco menor que la hallada por Tineo y Cols. (4) en otra muestra venezolana del estado Zulia (0,9); y es menor que la hallada por Espina de Ferreira y Cols. (3) para un grupo de esa misma región con trastornos nutricionales (1,52). Estos resultados difieren sustancialmente de los hallados por Cruz-Landeira y Cols. (5) quienes, en una muestra de niños venezolanos de la región de Los Andes, hallaron una leve subestimación (-0,23 a 0,01) con el método de Demirjian.

Comparando con otras poblaciones, la sobrestimación de la edad en esta muestra fue similar a la hallada para algunos grupos en Europa (78), (90) y fue menor que la reportada por otros autores en Brazil (21), Sur África (44), (88) y Europa Oriental (17), (18), (19). Pocos estudios reportan una sobrestimación menor en Europa, (15) India (82), (83) e Irán. (92)

Al analizar por separado la sobrestimación entre géneros, se obtuvo que para el género femenino fue ligeramente menor ($0,562 \pm 0,963$) que para el masculino ($0,669 \pm 0,902$), no siendo estadísticamente significativa esta diferencia. Las diferencias entre género reportadas en la literatura son variables, hay autores que reportan que la sobrestimación es mayor en el sexo femenino (15), (77), (90); o que la subestimación es mayor en hembras (77), pero estas diferencias no son estadísticamente significativas. Lo anteriormente expuesto refleja que el método se comporta similarmente entre géneros, en las diferentes poblaciones.

La diferencia entre la edad dental calculada con Willems y la edad cronológica no

presentó significatividad estadística, aceptando la hipótesis nula.

Estimación de la edad dental utilizando el método de Willems

Este método utiliza la evaluación de la maduración dental por medio de las etapas de Demirjian, pero presenta valores ponderados modificados. (10) Esto permite que el método sea más preciso para la población con la cual se creó y esta precisión ha sido reproducida en otros grupos.

Para la presente muestra, el método de Willems fue el más preciso, con una media de sobrestimación de $0,148 \pm 0,965$. Esta media es muy similar a la reportada por Maber (15) ($0,12 \pm 0,85$) en el Reino Unido y por El-Bakary (20) ($0,15 \pm 0,62$) en Egipto.

La diferencia entre géneros fue estadísticamente significativa (τ de Student, $p=0,05$). Para el sexo femenino el método fue muy preciso, con una media de sobrestimación de $0,013 \pm 0,956$. Para el sexo masculino la sobrestimación fue un poco mayor que para el femenino, siendo $0,286 \pm 0,960$.

Rai y Anand (83) reportaron una sobrestimación de la edad dental levemente mayor que la de esta muestra ($0,24 \pm 0,18$ para varones y $0,25 \pm 0,20$ para hembras). Camariere y Cols. Obtuvieron que este método subestimó la edad para varones ($-0,247$) y presentó leve sobrestimación para hembras ($0,073$), siendo más preciso para éstas últimas.

Comparación entre los métodos

Los cinco métodos evaluados poseen diferentes características, variando su aplicabilidad y utilidad.

El método de Moorrees, Fanning y Hunt (1) fue el que presentó menor precisión. Este método no estima edad, sino que permite comparar si el desarrollo de la dentición es tardío o temprano de forma comparativa. Sólo el 60% de las medias de formación dental estuvieron en el rango de $\pm$ desviación estándar, con un 77% de las medias de formación lográndose de forma más tardía que lo propuesto. Tomando esto en consideración, al utilizar este método para comparar cualquier diente a una determinada edad, la observación más probable sería que hay un retraso en su formación. Para su aplicación sería necesaria la elaboración de gráficos con las medias de formación adaptadas a la población venezolana.

El método de Schour y Massler (7), (8) es apropiado para la evaluación clínica de la maduración dental ya que en 83% hubo concordancia entre las variables. Se utiliza como un atlas en el que se ubican las coincidencias entre la observación radiográfica y las tablas propuestas. La principal diferencia se encuentra en la erupción del incisivo central inferior, por lo que sería de utilidad la realización de esquemas adaptados a la población venezolana. Además de esto el método tiene desviaciones estándar mayores a 6 meses para cada edad, solapándose las edades dentales. Otra adaptación de utilidad sería incluir rangos de edad que coincidan con la edad legal en años cumplidos, facilitando la comparación.

Los métodos de Nolla, Demirjian y Willems tienen metodologías similares, en las que se determinan etapas de formación para diversos dientes, asignándoles valores y prediciendo la edad a partir de esta. Estos métodos tienen una elevada correlación con la edad cronológica superior a 0,9 (Pearson, $p=0,01$) Hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar la media de las diferencias entre cronológica y edad dental calculada con Nolla ($p=0,01$) y Demirjian (0,05); no habiendo diferencia estadísticamente

significativa con el método de Willems.

Las diferencias fueron variables entre los grupos de edades, haciéndose menos significativa en los grupos de 12 y 13 años. Esto puede deberse a que para estos grupos ya ha avanzado la maduración dental hasta haber completado el cierre apical casi todos los dientes, disminuyendo el número de respuestas posibles por diente.

El método de Nolla fue el que presentó menor precisión. Este método tiene la ventaja de evaluar dientes tanto superiores como inferiores y asignarles valores numéricos a las etapas. Presenta la ventaja de poder ser utilizado en aquellos casos en los que sea de interés la evaluación de la formación de los dientes superiores. Sin embargo, para esta muestra, subestimó la edad de forma constante. La diferencia con la edad cronológica fue estadísticamente significativa en casi todas los grupos de edad ($p=0,01$) con excepción de las edades extremas de 5, 12 y 13 años. Por ello, para su utilización en esta población se recomienda realizar la adaptación de los valores de sumatoria que permitan estimar de forma más precisa la edad dental. Otra recomendación sería la utilización de etapas sólo con sus valores enteros, para disminuir el número de respuestas posibles y aumentar la concordancia intra-observador.

El método de Demirjian presentó la ventaja de tener mayor concordancia intra-observador, pero sobrestimó de forma constante la edad dental en esta muestra. La diferencia con la edad cronológica fue estadísticamente significativa ($p=0,05$), y la sobrestimación presentó significatividad en el grupo de 6 años ($p=0,01$) y en el de 10 años ($p=0,05$).

De los métodos evaluados, el más preciso para esta muestra fue el del Willems. No

presentó significatividad estadística la edad dental calculada con este método y la edad cronológica, aceptando la hipótesis nula. Esto se puede deber, en primer lugar a que la asignación de valores ponderados modificados sea más aplicable a las poblaciones contemporáneas y, en segundo lugar a que se utiliza la evaluación de la maduración dental según Demirjian que presentó elevada concordancia intra-observador. Por ello, este método es el más recomendado para la estimación de la edad dental.

La utilización de las tablas originales propuestas por los diferentes autores, tiene la ventaja de que permite comparar los resultados de esta muestra con los expresados en otros estudios poblacionales. Sin embargo, para la utilización clínica de los métodos evaluados, con excepción del de Willems y Cols., sería necesaria la adaptación a las medias de desarrollo dental de la población venezolana, evitando realizar un falso diagnóstico de edad dental adelantada o retrasada.

En la planificación del tratamiento odontológico del paciente en crecimiento requiere del conocimiento de la maduración dental. Particularmente el tratamiento de ortodoncia interceptiva, está influenciado por la etapa de la dentición y el crecimiento craneofacial que presenta el paciente. Al haber una elevada correlación entre la maduración dental y la maduración de otros sistemas (óseo, desarrollo de caracteres sexuales secundarios) ^{27, 35}, puede aplicarse en la población pediátrica venezolana, con características similares a la de la muestra, el método de estimación de maduración dental propuesto por Willems al realizar la planificación del tratamiento. Esto es de singular importancia en aquellos casos en los cuales el éxito del mismo esté relacionado con periodos de crecimiento activo.

Sin embargo, al ser variable la correlación entre la edad dental y ósea, ²⁹ en algunos

casos será necesario corroborar la maduración somática por medio de la determinación de ambas. Esto es válido en aquellos casos con desarrollo de la dentición tardía o temprana, o cuando existan alteraciones del crecimiento, metabólicas o endocrinológicas.

Al ser estadísticamente significativa la diferencia entre ellos, la selección del método de estimación de maduración dental que se quiera utilizar, dependerá del objetivo a lograr. Si se necesita estimar la edad a partir del desarrollo dental, el método de Willems y Cols.¹⁰ probó ser más preciso. Si se pretende realizar estudios que incluyan el desarrollo de los dientes superiores, el método de Nolla⁹ es más apropiado. Para estudios que requieran comparar etapas muy precisas del desarrollo del germen dental, la propuesta de Moorrees y Cols.¹ podría ser la más sensible. Desde el punto de vista de practicidad clínica, para la aplicación rápida al momento de realizar evaluaciones odontológicas a los pacientes pediátricos, el método de Schour y Massler⁷ sería el más adecuado. Por último, para la realización de estudios comparativos, por ser el mayormente reportado, el método de Demirjian y Cols.² podría ser el de mayor utilidad.

6 CONCLUSIONES

Los cinco métodos analizados tienen utilidad clínica, presentando diferencias en su ejecución y resultados.

El índice K intra-observador fue más sustancial mientras menos etapas de maduración compusieran el método.

El método de Schour y Massler presentó precisión aceptable para la evaluación de la erupción dental, presentando el incisivo central inferior diferencia estadísticamente significativa. Este método carece de precisión para la evaluación de la formación radicular presentando diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de los dientes en las diferentes edades.

El método de Moorrees, Fanning y Hunt fue el menos preciso, ya que se observó que la mayoría de la muestra presentó medias de maduración dental más tardías que las presentadas por estos autores.

Los métodos de Nolla, Demirjian y Cols. y Willems y Cols. presentaron elevada correlación entre la edad dental y la cronológica. La diferencia entre ellos en cuanto a la diferencia media entre edad dental y cronológica fue estadísticamente significativa para el método de Nolla y el de Demirjian, no presentando diferencia estadísticamente significativa con el método de Willems.

El método de Nolla subestimó la edad para todos los grupos y el método de Demirjian la sobrestimó. El método de Willems presentó mayor precisión en el cálculo de la edad dental para esta muestra.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de gráficos de maduración dental, basados en los datos obtenidos en esta muestra, para su comparación con otras poblaciones venezolanas.

Se recomienda aplicar estos métodos en otras poblaciones venezolanas, que permitan generalizar los resultados obtenidos.

La línea de investigación institucional en la cual se enmarca esta investigación es “Erupción Dentaria”, sin embargo se sugiere que sea realizada la modificación a “Desarrollo de la Dentición” siendo un término más amplio, ya que abarca más aspectos de la maduración de la dentición, implicando no sólo el movimiento eruptivo del germen dental, sino su grado de formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moorrees C, Fanning E, Hunt EJ. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. J Dent Res. 1963; 42: p. 1490-502.
2. Demirjian A, Goldstein H, Tanner J. A new system of dental age assessment. Hum Biol. 1973;(45): p. 211-227.
3. Espina de Ferreira A, Ferreira J, Céspedes M, Barrios F, Ortega A, Maldonado Y. Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses en niños escolares con valores de talla y peso no comparables con su edad y sexo, en Maracaibo, Estado Zulia. Acta Odont Venez. 2007; 451.
4. Tineo F, Espina de Ferreira A, Barrios F, Ortega A, Ferreira J. Estimación de la edad cronológica con fines forenses, empleando la edad dental y la edad ósea en niños escolares en Maracaibo, Estado Zulia. Estudio preliminar. Acta Odont Venez. 2006; 442.
5. Cruz-Landeira A, Linares-Argote J, Martínez-Rodríguez M, Rodríguez-Calvo M, Otero X, Concheiro L. Dental age estimation in Spanish and Venezuelan children. Comparison of Demirjian and Chaillet's scores. Int J Legal Med. 2009; 1242: p. 105-12.
6. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. J For Odonto Stomatol. 2001; 19: p. 9-17.
7. Schour I, Massler M. Studies in tooth development: growth pattern of the human teeth. Part I. J Am Dent Res. 1940; 27: p. 1778-93.

8. Schour I, Massler M. Studies in tooth development: the growth pattern of human teeth. Part II. J Am Dent Assoc. 1940; 27: p. 1918-31.
9. Nolla C. Development of the permanent teeth. J Dent Child. 1960; 27: p. 254-63.
10. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. J Forensic Sci. 2001; 46(4): p. 893-5.
11. Chaillet N, Willems G, Demirjian A. Dental maturity scores in Belgian children using Demirjian's method and polynomial functions: new standard curves for forensic and clinical use. J Forensic Odonto-Stomatol. 2004; 222: p. 18-27.
12. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. Ann Hum Biol. 1976; 3(5): p. 411-21.
13. Chaillet N, Nyström M, Demirjian A. Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity scores for clinicians. J Forensic Sci. 2005; 50(5): p. 1164-74.
14. Mitchell J, Roberts G, Donaldson A, Lucas V. Dental age assessment (DAA): Reference data for British caucasians at the 16 year threshold. Forensic Sci Intl. 2009; 189: p. 19-23.
15. Maber M, Liversidge H, Hector M. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. Forensic Sci Intl. 2006;; p. S68-S70.
16. Pérez Flores M, Feijoo García G, Llanes Gómez C, Maroto Edo M. Determinación de la edad dentaria. Implicaciones clínicas y legales. Rev Soc Chil Odontopediatría. 2007; 232: p. 5-14.
17. Čuković Bagić I, Server N, Brkić H, Kern J. Dental age estimation in children using

- orthopantograms. *Acta Stomatol Croat.* 2008; 421: p. 11-8.
18. Tunc E, Koyuturk A. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Sci Intl.* 2008; 175: p. 23-26.
19. Różyło-Kalinowska I, Kiworkova-Rączkowska E, Kalinowski P. Dental age in Central Poland. *Forensic Sci Intl.* 2008; 174: p. 207-16.
20. El-Bakary A, Hammad S, Mohammed F. Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. *J Forensic & Legal Med.* 2010;; p. doi:10.1016/j.flm.2010.05.08.
21. Maia M, Martins M, Germano F, Neto J, da Silva C. Demirjian's method for estimating the dental age of northeastern Brazilian children. *Forensic Sci Intl.* 2010;(20): p. 177.e1-177.e4.
22. FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Caracas: Ministerio de la Secretaría, Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana; 1995.
23. Mota Potentini L. Permanent tooth eruption in children of the experimental school Venezuela. *Acta Odont Venezol.* 1973; 11: p. 681-726.
24. Morón B A, Santana Y, Pirona M, Rivera L, Rincón M, Pirela A. Cronología y secuencia de erupción de dientes permanentes en escolares Wayúu. Parroquia Idenfonso Vásquez. Municipio Maracaibo, Estado Zulia. *Acta Odont Venez.* 2006; 1.
25. Gibson W, Conchie J. Observation of children's teeth as a diagnostic aid: a review. Part I. Dentition in the assessment of development. *Canad Med Ann J.* 1964; 90: p. 70-5.

26. Suri L, Gagari E, Vastardis H. Delayed tooth eruption: pathogenesis, and treatment. A literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004; 126: p. 432-45.
27. Green L. The interrelationships among height, weight and cronological, dental and skeletal ages. *Angle Orthod*. 1961; 31(3): p. 189-93.
28. Krailaassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calfificaion stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthod*. 2004; 72: p. 155-66.
29. Flores-Mir C, Orth C, Nebbe B, Major P. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod*. 2004; 74: p. 118-24.
30. Liversidge H. Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Sci Int*. 2010;; p. doi:10.1016/j.forsciint.2010.02.032.
31. Hägg U, Taranger J. Dental developepment dental age and tooth counts. *Angle Orthod*. 1985; 552: p. 93-107.
32. Greulich W, Pyle S. Radiographic atlas of Skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford: Stanford Univerity Press; 1959.
33. Prieto Carrero J. El estudio dental aplicado a la estimación de la minoría de edad. In *Jornadas sobre determinación forense de la edad en menores indocumentados*; 2004; San Sebastián. p. 1-25.
34. Lewis A. Comparisons between dental and skeletal ages. *Angle Orthod*. 1991; 612: p. 87-92.

35. Sierra A. Assessment of Dental and Skeletal Maturity. A new approach. Angle Ortho. 1987;; p. 194-208.
36. Lewis A, Garn S. The relationship between tooth formation and other maturational factors. Angle Orthod. 1960; 302: p. 70-77.
37. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation. Angle Orthod. 1982; 52: p. 88-112.
38. Uysal T, Sari Z, Ramoglu S, Bascciftci F. Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. Angle Orthod. 2004; 74: p. 657-64.
39. Cardoso H. Differential sensitivity in growth and development of dental and skeletal tissue to environmental quality. Arqui med. 2007; 211: p. 19-23.
40. Green L, Aszkler E. Intra-alveolar dental development in twins. J Dent Res. 1970; 49: p. 622-34.
41. Pelsmaekers B, Loos R, Carels C, Derom C, Vlietinck R. The genetic contribution to dental maturation. J Dent Res. 1997; 76(7): p. 1337-40.
42. Vasconcelos N, Caran E, Lee M, Lopes N, Weiler R. Dental maturity assessment in children with acute lymphoblastic leukemia after cancer therapy. For Sci Intl. 2009; 184: p. 10-4.
43. Demirjian A, Levesque G. Sexual diferences in dental development and prediction of emergence. Am J Dent Res. 1980; 59: p. 1110-22.
44. Phillips V, van Wyk Kotze T. Dental age related tables for children of various ethnic groups in South Africa. J Forensic Odontostomatol. 2009; 272: p. 29-44.

45. Seow W. Effects of preterm birth on oral growth and development. *Austr Dent J.* 1997; 422: p. 85-91.
46. Viscardi R, Romberg E, Abrams R. Delayed primary tooth eruption in premature infants: relationship to neonatal factors. *Pediatr Dent.* 1994; 161: p. 23-8.
47. Vallejo E, López Trujillo J, España A, Roldán Nofuentes J. Edad de formación dental en una población de niños institucionalizados con privación afectiva. *Ortod Clínica.* 2001; 4(4): p. 229-33.
48. Infante P, Owen G. Relation of chronology of deciduous tooth emergence to height, weight and head circumference in children. *Archs oral Biol.* 1973; 18: p. 1411-7.
49. Delgado H, Habicht J, Yarbrough C, Lechtig A, Martorell R, Malina R, et al. Nutritional status and the timing of deciduous tooth eruption. *Am J Clin Nutr.* 1975; 28: p. 216-24.
50. Flores-Mir C, Mauricio F, Orellana M, Major P. Association between growth stunting with dental development and skeletal maturation stage. *Angle orthod.* 2005; 75: p. 935-40.
51. Páez R, Erbiti S, Navarro A, Romero S, D'Urso M, Delgado A. Repercusión del estado nutricional en el desarrollo dentario y esquelético de escolares de Tucumán, Argentina. *Acta Odont Venezol.* 2008; 46(3).
52. Fanning E. Effect of extraction of deciduous molars on the formation and eruption of their successors. *Angle orthod.* 1962; 321: p. 44-53.
53. Lauterstein A, Pruzansky S, Barber T. Effect of deciduous molar pulpotomy on the eruption of succedaneous premolar. *J Dent Res.* 1962; 41: p. 1367-72.
54. Adler P. Effect of some environmental factors on sequence of permanent tooth eruption. *J Dent Res.* 1963; 2(42): p. 605-16.

55. Korf S. The eruption of permanent central incisors following premature loss of their antecedents. *J Dent Child*. 1965; 32: p. 39-44.
56. Brin I, Koyoumdisky-Kaye E. The influence of premature extractions of primary molars on the ultimate root length of their permanent successors. *J Dent Res*. 1981; 60: p. 962-5.
57. Haralabakis N, Yiagtzis S, Toutountzakis N. Premature or delayed exfoliation of deciduous teeth and root resorption and formation. *Angle Orthod*. 1994; 64: p. 151-7.
58. Leroy R, Cecere S, Lesaffre E, Declerck D. Caries experience in primary molars and its impact on the variability in permanent tooth emergence sequences. *J Dent*. 2009; 37: p. 865-71.
59. Roberts M, Li S, Comite F, Hench K, Prescovitz O, Cutler G, et al. Dental development in precocious puberty. *J Dent Res*. 1985; 64: p. 1084-6.
60. Garn S, Burdi A. Prenatal ordering and postnatal sequence in dental development. *J Dent Res*. 1971;(Suppl 6): p. 1407-14.
61. Bailit H, Thomson L, Niswander J. Dental eruption and hypodontia. *J Dent Res*. 1968; 47: p. 669.
62. Rune B, Sarnäs K. Tooth size and tooth formation in children with advanced hypodontia. *Angle Orthod*. 1974; 44(4): p. 316-21.
63. van der Weide Y, Prahl-Andersen B, Bosman F. Tooth formation in patients with oligodontia. *Angle Orthod*. 1993; 63: p. 31-7.
64. Naidoo S, Norval G, Swanevelder S, Lombard C. Foetal alcohol syndrome: a dental and skeletal age analysis of patients and controls. *Eu J Orthod*. 2006; 28: p. 247-53.

65. Seow W, Humphreys C, Mahanonda R, Tudehope D. Dental eruption in low birth-weight prematurely born children: a controlled study. *Pediatr Dent*. 1988; 101: p. 39-42.
66. American Dental Association. Panoramic imaging. *J Am Dent Assoc*. 2002;(133): p. 1697-8.
67. American Association of Pediatric Dentistry. Guideline on prescribing dental radiographs for infants, children, adolescents, and persons with special needs. *Pediatr Dent*. 2010/11; Reference Manual 32: p. 272-4.
68. Liversidge H, Lyons F, Hector M. The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. 2003; 131: p. 22-9.
69. Todd T. The orthodontic value of research and observations in development of the face. *Angle Orthod*. 1931; 1: p. 67-9.
70. Garamendi González P. Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. [Online]. Granada; 2007 [cited 2010 Agosto 20. Available from: <http://hdl.handle.net/10481/1650>.
71. Lavesque G, Demirjian A. The inter-examiner variation rating dental formation from radiographs. *J Dent Res*. 1980; 59: p. 1123-6.
72. Häavikko K. Tooth formation age estimated on few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proceedings of the Finnish Dental Society*. 1974; 70: p. 15-9.
73. Mörnstad H, Staaf V, Welanders U. Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. *Scand J Dent Res*. 1994; 102: p. 137-43.
74. Liversidge H, Molleson T. Developing permanent tooth length as an estimate of age. *J For Sci*. 1999; 44: p. 917-20.

75. Carels C, Kuijpers-Jagtman A, Van Der Linden F, Van't Hof M. Age reference charts of tooth length for Dutch children. *J Biol Bucc.* 1991;(19): p. 297-303.
76. Camariere L, Ferrante M, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Intl J Leg Med.* 2006; 120: p. 49-53.
77. Camariere R, Ferrante L, Scarpino F, Ermenc B, Zeqiri B. Dental age estimation of growing children: comparison among various european countries. *Acta Stomatol Croat.* 2006;(40): p. 256-62.
78. Camariere R, Ferrante L, Liversidge H, Prieto J, Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. *Forensic Sci Intl.* 2008; 176: p. 173-3.
79. Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone.beam CT. *Forensic Sci Intl.* 2006;(159S): p. S78-S83.
80. Aboshi H, Takahashi T, Komuro T. Age estimation using microfocus X-ray computed tomography of lower premolars. *Forensic Sci Intl.* 2010; 200: p. 35-40.
81. García Cárdenas E, Hernández Morales S, Valencia Hitte R, Jiménez M. Correlación entre la edad cronológica y la edad dental en niños mexicanos de 5 a 12 años atendidos en el posgrado de odontología pediátrica en la Universidad Tecnológica de México. *Rev AMOP.* 2002; 14: p. 4-6.
82. Hedge R, Sood P. Dental maturity as an indicator of chronological age: radiographic evaluation of dental age in 6 to 13 years children of Belgaum using Demirjian Methods. *J Indian Soc Pedo Prev Dent.* 2002; 20(4): p. 132-8.
83. Rai B, Anand S. Tooth development: an accuracy of age estimation of radiographic methods. *World J Med Scien.* 2006; 12: p. 130-2.

84. Kurita L, Menezes A, Casanova M, 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; 152: p. 99-104.
85. Al-Emran S. Dental age assessment of 8,5 to 17 year-old Saudi children using Demirjian's method. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9(3): p. 64-71.
86. Lee S, Lee S, Lee J, Park H, Kim Y. Age estimation of Korean children based on dental maturity. *For Sci Intl.* 2008; 178: p. 125-31.
87. El-Yazed A, Zeid A, Tawfik W. Dental maturation assessment by Nolla's Technique on a group of Egyptian children. *Aust J Basic & Appl Sci.* 2008; 2(4): p. 1418-24.
88. Phillips V, van Wyk Kotze T. Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three South African children samples. *J Forensic Odontostomatol.* 2009; 272: p. 20-8.
89. Chen J, Guo J, Zhou J, Liu R, Chen T, Zou S. Assessment of dental maturity of western Chinese children using Demirjian's method. *Forensic Sci Intl.* 2010; 197: p. 119.e1-119.e4.
90. Leurs I, Wattel E, Aartman I, Etty E, Prah-Andersen B. Dental age in Dutch children. *Eu J Ortod.* 2005; 27: p. 309-14.
91. Butti A, Clivio A, Ferraroni M, Spada E, Testa A, Salvato A. Häavikko's method to assess dental age in Italian children. *Eu J Orthod.* 2009; 31: p. 150-55.
92. Bagherpuor A, Imanimoghaddam M, Bagherpuor M, Einolghozati M. Dental age assessment among Iranian children aged 6-13 years using the Demirjian method. *Forensic Sci Intl.* 2010; 197: p. 121.e1-121.e4.

93. White S, Heslop E, Hollander L, Mosier K, Ruprecht A, Shrout M. parameters of radiologic care: an official report of the american academy of oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 91: p. 498-511.
94. Lew KK. The prediction of eruption-sequence from panoramic radiographs. *J Dent Child.* 1992; 59(346-9).
95. Cerda J, Villarroel L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr.* 2008: p. 54-8.
-
1. Moorrees C, Fanning E, Hunt EJ. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res.* 1963; 42: p. 1490-502.
 2. Demirjian A, Goldstein H, Tanner J. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;(45): p. 211-227.
 3. Espina de Ferreira A, Ferreira J, Céspedes M, Barrios F, Ortega A, Maldonado Y. Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses en niños escolares con valores de talla y peso no comparables con su edad y sexo, en Maracaibo, Estado Zulia. *Acta Odont Venez.* 2007; 451.
 4. Tineo F, Espina de Ferreira A, Barrios F, Ortega A, Ferreira J. Estimación de la edad cronológica con fines forenses, empleando la edad dental y la edad ósea en niños escolares en Maracaibo, Estado Zulia. Estudio preliminar. *Acta Odont Venez.* 2006; 442.
 5. Cruz-Landeira A, Linares-Argote J, Martínez-Rodríguez M, Rodríguez-Calvo M, Otero X, Concheiro L. Dental age estimation in Spanish and Venezuelan children. Comparison of

- Demirjian and Chaillet's scores. *Int J Legal Med.* 2009; 1242: p. 105-12.
6. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J For Odonto Stomatol.* 2001; 19: p. 9-17.
 7. Schour I, Massler M. Studies in tooth development: growth pattern of the human teeth. Part I. *J Am Dent Res.* 1940; 27: p. 1778-93.
 8. Schour I, Massler M. Studies in tooth development: the growth pattern of human teeth. Part II. *J Am Dent Assoc.* 1940; 27: p. 1918-31.
 9. Nolla C. Development of the permanent teeth. *J Dent Child.* 1960; 27: p. 254-63.
 10. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001; 46(4): p. 893-5.
 11. Chaillet N, Willems G, Demirjian A. Dental maturity scores in Belgian children using Demirjian's method and polynomial functions: new standard curves for forensic and clinical use. *J Forensic Odonto-Stomatol.* 2004; 222: p. 18-27.
 12. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol.* 1976; 3(5): p. 411-21.
 13. Chaillet N, Nyström M, Demirjian A. Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity scores for clinicians. *J Forensic Sci.* 2005; 50(5): p. 1164-74.
 14. Mitchell J, Roberts G, Donaldson A, Lucas V. Dental age assessment (DAA): Reference data for British caucasians at the 16 year threshold. *Forensic Sci Intl.* 2009; 189: p. 19-23.
 15. Maber M, Liversidge H, Hector M. Accuracy of age estimation of radiographic methods using

- developing teeth. *Forensic Sci Intl.* 2006;; p. S68-S70.
16. Pérez Flores M, Feijoo García G, Llanes Gómez C, Maroto Edo M. Determinación de la edad dentaria. Implicaciones clínicas y legales. *Rev Soc Chil Odontopediatría.* 2007; 232: p. 5-14.
 17. Čuković Bagić I, Server N, Brkić H, Kern J. Dental age estimation in children using orthopantograms. *Acta Stomatol Croat.* 2008; 421: p. 11-8.
 18. Tunc E, Koyuturk A. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Sci Intl.* 2008; 175: p. 23-26.
 19. Różyło-Kalinowska I, Kiworkova-Rączkowska E, Kalinowski P. Dental age in Central Poland. *Forensic Sci Intl.* 2008; 174: p. 207-16.
 20. El-Bakary A, Hammad S, Mohammed F. Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. *J Forensic & Legal Med.* 2010;; p. doi:10.1016/j.flm.2010.05.08.
 21. Maia M, Martins M, Germano F, Neto J, da Silva C. Demirjian's method for estimating the dental age of northeastern Brazilian children. *Forensic Sci Intl.* 2010;(20): p. 177.e1-177.e4.
 22. FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Caracas: Ministerio de la Secretaría, Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana; 1995.
 23. Mota Potentini L. Permanent tooth eruption in children of the experimental school Venezuela. *Acta Odont Venezol.* 1973; 11: p. 681-726.
 24. Morón B A, Santana Y, Pirona M, Rivera L, Rincón M, Pirela A. Cronología y secuencia de erupción de dientes permanentes en escolares Wayúu. Parroquia Idenfonso Vásquez.

- Municipio Maracaibo, Estado Zulia. *Acta Odont Venez.* 2006; 1.
25. Gibson W, Conchie J. Observation of children's teeth as a diagnostic aid: a review. Part I. Dentition in the assessment of development. *Canad Med Ann J.* 1964; 90: p. 70-5.
 26. Suri L, Gagari E, Vastardis H. Delayed tooth eruption: pathogenesis, and treatment. A literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126: p. 432-45.
 27. Green L. The interrelationships among height, weight and cronological, dental and skeletal ages. *Angle Orthod.* 1961; 31(3): p. 189-93.
 28. Krailaassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calfificaion stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthod.* 2004; 72: p. 155-66.
 29. Flores-Mir C, Orth C, Nebbe B, Major P. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod.* 2004; 74: p. 118-24.
 30. Liversidge H. Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Sci Int.* 2010;; p. doi:10.1016/j.forsciint.2010.02.032.
 31. Hägg U, Taranger J. Dental developepment dental age and tooth counts. *Angle Orthod.* 1985; 552: p. 93-107.
 32. Greulich W, Pyle S. Radiographic atlas of Skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford: Stanford Univerity Press; 1959.
 33. Prieto Carrero J. El estudio dental aplicado a la estimación de la minoría de edad. In *Jornadas sobre determinación forense de la edad en menores indocumentados*; 2004; San

Sebastián. p. 1-25.

34. Lewis A. Comparisons between dental and skeletal ages. *Angle Orthod.* 1991; 612: p. 87-92.
35. Sierra A. Assessment of Dental and Skeletal Maturity. A new approach. *Angle Ortho.* 1987;; p. 194-208.
36. Lewis A, Garn S. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod.* 1960; 302: p. 70-77.
37. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation. *Angle Orthod.* 1982; 52: p. 88-112.
38. Uysal T, Sari Z, Ramoglu S, Bascciftci F. Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *Angle Orthod.* 2004; 74: p. 657-64.
39. Cardoso H. Differential sensitivity in growth and development of dental and skeletal tissue to environmental quality. *Arqui med.* 2007; 211: p. 19-23.
40. Green L, Aszkler E. Intra-alveolar dental development in twins. *J Dent Res.* 1970; 49: p. 622-34.
41. Pelsmaekers B, Loos R, Carels C, Derom C, Vlietinck R. The genetic contribution to dental maturation. *J Dent Res.* 1997; 76(7): p. 1337-40.
42. Vasconcelos N, Caran E, Lee M, Lopes N, Weiler R. Dental maturity assessment in children with acute lymphoblastic leukemia after cancer therapy. *For Sci Intl.* 2009; 184: p. 10-4.
43. Demirjian A, Levesque G. Sexual differences in dental development and prediction of emergence. *Am J Dent Res.* 1980; 59: p. 1110-22.
44. Phillips V, van Wyk Kotze T. Dental age related tables for children of various ethnic groups in

- South Africa. *J Forensic Odontostomatol*. 2009; 272: p. 29-44.
45. Seow W. Effects of preterm birth on oral growth and development. *Austr Dent J*. 1997; 422: p. 85-91.
 46. Viscardi R, Romberg E, Abrams R. Delayed primary tooth eruption in premature infants: relationship to neonatal factors. *Pediatr Dent*. 1994; 161: p. 23-8.
 47. Vallejo E, López Trujillo J, España A, Roldán Nofuentes J. Edad de formación dental en una población de niños institucionalizados con privación afectiva. *Ortod Clínica*. 2001; 4(4): p. 229-33.
 48. Infante P, Owen G. Relation of chronology of deciduous tooth emergence to height, weight and head circumference in children. *Archs oral Biol*. 1973; 18: p. 1411-7.
 49. Delgado H, Habicht J, Yarbrough C, Lechtig A, Martorell R, Malina R, et al. Nutritional status and the timing of deciduous tooth eruption. *An J Clin Nutr*. 1975; 28: p. 216-24.
 50. Flores-Mir C, Mauricio F, Orellana M, Major P. Association between growth stunting with dental development and skeletal maturation stage. *Angle orthod*. 2005; 75: p. 935-40.
 51. Páez R, Erbiti S, Navarro A, Romero S, D'Urso M, Delgado A. Repercusión del estado nutricional en el desarrollo dentario y esquelético de escolares de Tucumán, Argentina. *Acta Odont Venezol*. 2008; 46(3).
 52. Fanning E. Effect of extraction of deciduous molars on the formation and eruption of their successors. *Angle orthod*. 1962; 321: p. 44-53.
 53. Lauterstein A, Pruzansky S, Barber T. Effect of deciduous molar pulpotomy on the eruption of succedaneous premolar. *J Dent Res*. 1962; 41: p. 1367-72.

54. Adler P. Effect of some environmental factors on sequence of permanent tooth eruption. *J Dent Res.* 1963; 2(42): p. 605-16.
55. Korf S. The eruption of permanent central incisors following premature loss of their antecedents. *J Dent Child.* 1965; 32: p. 39-44.
56. Brin I, Koyoumdijsky-Kaye E. The influence of premature extractions of primary molars on the ultimate root length of their permanent successors. *J Dent Res.* 1981; 60: p. 962-5.
57. Haralabakis N, Yiagtzis S, Toutountzakis N. Premature or delayed exfoliation of deciduous teeth and root resorption and formation. *Angle Orthod.* 1994; 64: p. 151-7.
58. Leroy R, Cecere S, Lesaffre E, Declerck D. Caries experience in primary molars and its impact on the variability in permanent tooth emergence sequences. *J Dent.* 2009; 37: p. 865-71.
59. Roberts M, Li S, Comite F, Hench K, Prescovitz O, Cutler G, et al. Dental development in precocious puberty. *J Dent Res.* 1985; 64: p. 1084-6.
60. Garn S, Burdi A. Prenatal ordering and postnatal sequence in dental development. *J Dent Res.* 1971;(Suppl 6): p. 1407-14.
61. Bailit H, Thomson L, Niswander J. Dental eruption and hypodontia. *J Dent Res.* 1968; 47: p. 669.
62. Rune B, Sarnäs K. Tooth size and tooth formation in children with advanced hypodontia. *Angle Orthod.* 1974; 44(4): p. 316-21.
63. van der Weide Y, Prahl-Andersen B, Bosman F. Tooth formation in patients with oligodontia. *Angle Orthod.* 1993; 63: p. 31-7.
64. Naidoo S, Norval G, Swanevelder S, Lombard C. Foetal alcohol syndrome: a dental and

- skeletal age analysis of patients and controls. *Eu J Orthod*. 2006; 28: p. 247-53.
65. Seow W, Humphreys C, Mahanonda R, Tudehope D. Dental eruption in low birth-weight prematurely born children: a controlled study. *Pediatr Dent*. 1988; 101: p. 39-42.
 66. American Dental Association. Panoramic imaging. *J Am Dent Assoc*. 2002;(133): p. 1697-8.
 67. American Association of Pediatric Dentistry. Guideline on prescribing dental radiographs for infants, children, adolescents, and persons with special needs. *Pediatr Dent*. 2010/11; Reference Manual 32: p. 272-4.
 68. Liversidge H, Lyons F, Hector M. The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. 2003; 131: p. 22-9.
 69. Todd T. The orthodontic value of research and observations in development of the face. *Angle Orthod*. 1931; 1: p. 67-9.
 70. Garamendi González P. Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. [Online]. Granada; 2007 [cited 2010 Agosto 20. Available from: <http://hdl.handle.net/10481/1650>.
 71. Lavesque G, Demirjian A. The inter-examiner variation rating dental formation from radiographs. *J Dent Res*. 1980; 59: p. 1123-6.
 72. Häavikko K. Tooth formation age estimated on few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proceedings of the Finnish Dental Society*. 1974; 70: p. 15-9.
 73. Mörnstad H, Staaf V, Welanders U. Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. *Scand J Dent Res*. 1994; 102: p. 137-43.
 74. Liversidge H, Molleson T. Developing permanent tooth length as an estimate of age. *J For*

- Sci. 1999; 44: p. 917-20.
75. Carels C, Kuijpers-Jagtman A, Van Der Linden F, Van't Hof M. Age reference charts of tooth length for Dutch children. *J Biol Bucc.* 1991;(19): p. 297-303.
 76. Camariere L, Ferrante M, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Intl J Leg Med.* 2006; 120: p. 49-53.
 77. Camariere R, Ferrante L, Scarpino F, Ermenc B, Zeqiri B. Dental age estimation of growing children: comparison among various european countries. *Acta Stomatol Croat.* 2006;(40): p. 256-62.
 78. Camariere R, Ferrante L, Liversidge H, Prieto J, Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. *Forensic Sci Intl.* 2008; 176: p. 173-3.
 79. Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone.beam CT. *Forensic Sci Intl.* 2006;(159S): p. S78-S83.
 80. Aboshi H, Takahashi T, Komuro T. Age estimation using microfocus X-ray computed tomography of lower premolars. *Forensic Sci Intl.* 2010; 200: p. 35-40.
 81. García Cárdenas E, Hernández Morales S, Valencia Hitte R, Jiménez M. Correlación entre la edad cronológica y la edad dental en niños mexicanos de 5 a 12 años atendidos en el posgrado de odontología pediátrica en la Universidad Tecnológica de México. *Rev AMOP.* 2002; 14: p. 4-6.
 82. Hedge R, Sood P. Dental maturity as an indicator of chronological age: radiographic evaluation of dental age in 6 to 13 years children of Belgaum using Demirjian Methods. *J Indian Soc Pedo Prev Dent.* 2002; 20(4): p. 132-8.

83. Rai B, Anand S. Tooth development: an accuracy of age estimation of radiographic methods. *World J Med Scien.* 2006; 12: p. 130-2.
84. Kurita L, Menezes A, Casanova M, 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; 152: p. 99-104.
85. Al-Emran S. Dental age assessment of 8,5 to 17 year-old Saudi children using Demirjian's method. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9(3): p. 64-71.
86. Lee S, Lee S, Lee J, Park H, Kim Y. Age estimation of Korean children based on dental maturity. *For Sci Intl.* 2008; 178: p. 125-31.
87. El-Yazed A, Zeid A, Tawfik W. Dental maturation assessment by Nolla's Technique on a group of Egyptian children. *Aust J Basic & Appl Sci.* 2008; 2(4): p. 1418-24.
88. Phillips V, van Wyk Kotze T. Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three South African children samples. *J Forensic Odontostomatol.* 2009; 272: p. 20-8.
89. Chen J, Guo J, Zhou J, Liu R, Chen T, Zou S. Assessment of dental maturity of western Chinese children using Demirjian's method. *Forensic Sci Intl.* 2010; 197: p. 119.e1-119.e4.
90. Leurs I, Wattel E, Aartman I, Etty E, Prahl-Andersen B. Dental age in Dutch children. *Eu J Ortod.* 2005; 27: p. 309-14.
91. Butti A, Clivio A, Ferraroni M, Spada E, Testa A, Salvato A. Häavikko's method to assess dental age in Italian children. *Eu J Orthod.* 2009; 31: p. 150-55.
92. Bagherpuor A, Imanimoghaddam M, Bagherpuor M, Einolghozati M. Dental age assessment

- among Iranian children aged 6-13 years using the Demirjian method. *Forensic Sci Intl*. 2010; 197: p. 121.e1-121.e4.
93. White S, Heslop E, Hollander L, Mosier K, Ruprecht A, Shrout M. parameters of radiologic care: an official report of the american academy of oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 91: p. 498-511.
94. Lew KK. The prediction of eruption-sequence from panoramic radiographs. *J Dent Child*. 1992; 59(346-9).
95. Cerda J, Villarroel L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*. 2008: p. 54-8.

ANEXOS

Nº 0112-2010

Caracas, 4 de octubre de 2010

Ciudadana
Profa. Aida Carolina Medina

Nos dirigimos a usted en la oportunidad de informarles que el Comité de Bioética de esta Facultad, una vez analizado el proyecto de investigación, presentado por usted bajo el título: "COMPARACIÓN DE CINCO MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE MADURACIÓN DENTAL EN UN GRUPO DE NIÑOS VENEZOLANOS".

Concluye que el mismo aprueba su protocolo de investigación, por lo tanto tiene una validez de un año a partir de la fecha 4-10-2010 al 5-10-2011. Se le informa que al cabo del año, debe presentar un informe sobre los resultados parciales o finales de la investigación, para prorrogar el aval.

Sin otro particular a que hacer referencia.

Atentamente.-

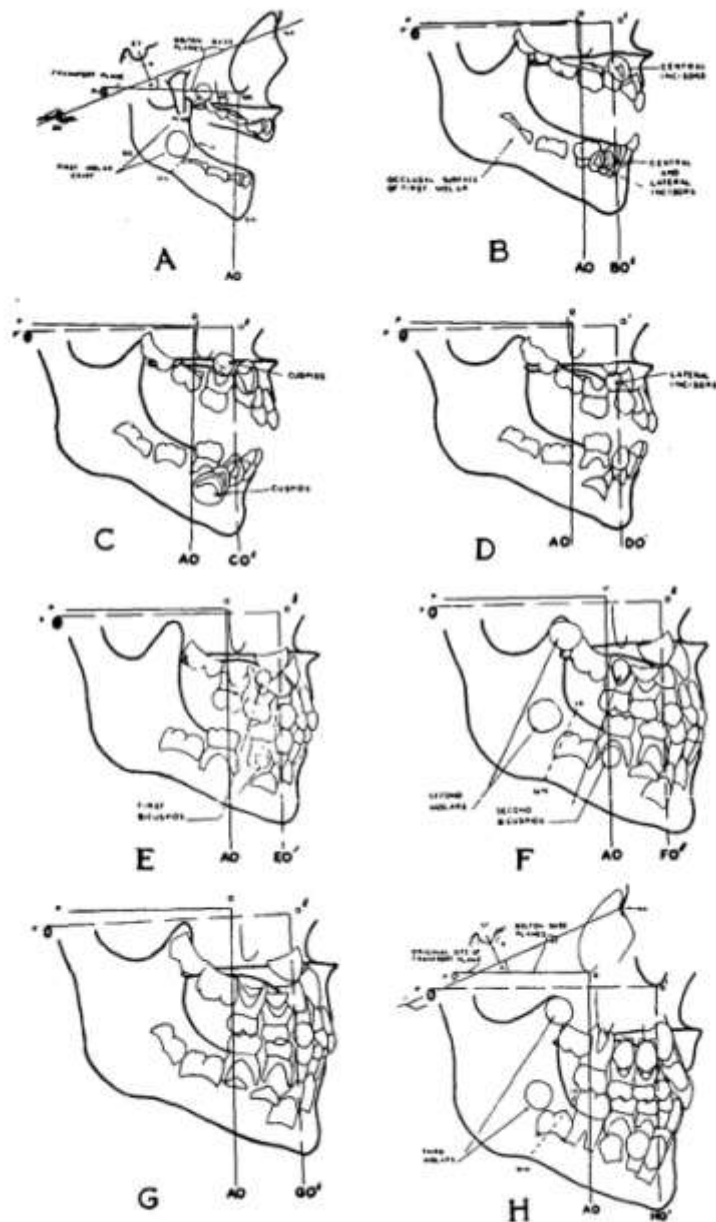

Profa. María J. Ferro de Paríato
Coordinadora del Comité de Bioética



MJFF/mjff

Anexo 1. Aval del Comité de Bioética de la Facultad de Odontología

Patrones de Desarrollo Dental



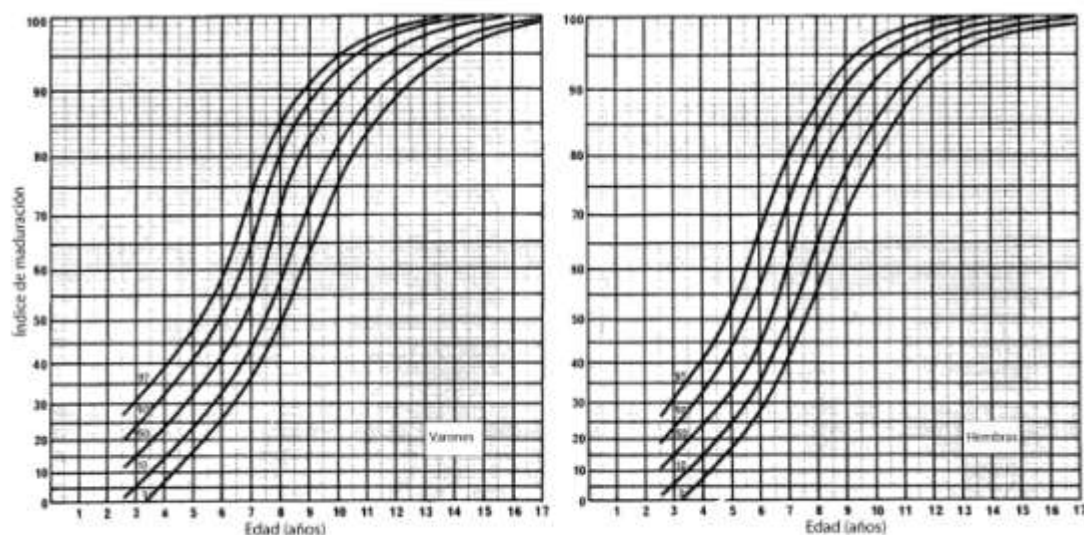
Perfil de patrones dentales en relación con las estructuras de soporte
Broadbent BH, The face of the Normal Child, Angle Ortod, 1937; 7: 203

Anexo 2. Patrones del desarrollo dental propuestos por Broadbent

Anexo 3. Valores ponderados para cada estadio de desarrollo de cuatro (molares y premolares) dientes mandibulares. Demirjian y Goldstein (12)

Valores ponderados para los estadios de desarrollo de cuatro dientes
(molares y premolares) Demirjian y Goldstein 1976

Varones	Etapas								
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0·0	3·2	6·2	9·9	14·4	18·4	20·7	21·9	23·3
M ₁				0·0	8·0	12·6	16·9	21·8	27·4
PM ₂	0·0	3·1	5·6	9·5	13·7	17·4	20·1	21·4	22·5
PM ₁		0·0	5·9	10·7	15·7	20·7	23·8	25·4	26·8
Hembras	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0·0	3·6	6·1	9·9	15·3	19·2	21·7	23·0	24·2
M ₁				0·0	5·4	9·8	14·3	20·1	25·9
PM ₂	0·0	3·7	5·8	9·8	14·7	18·1	20·8	22·3	23·3
PM ₁		0·0	4·6	9·2	15·1	20·2	23·3	25·1	26·6

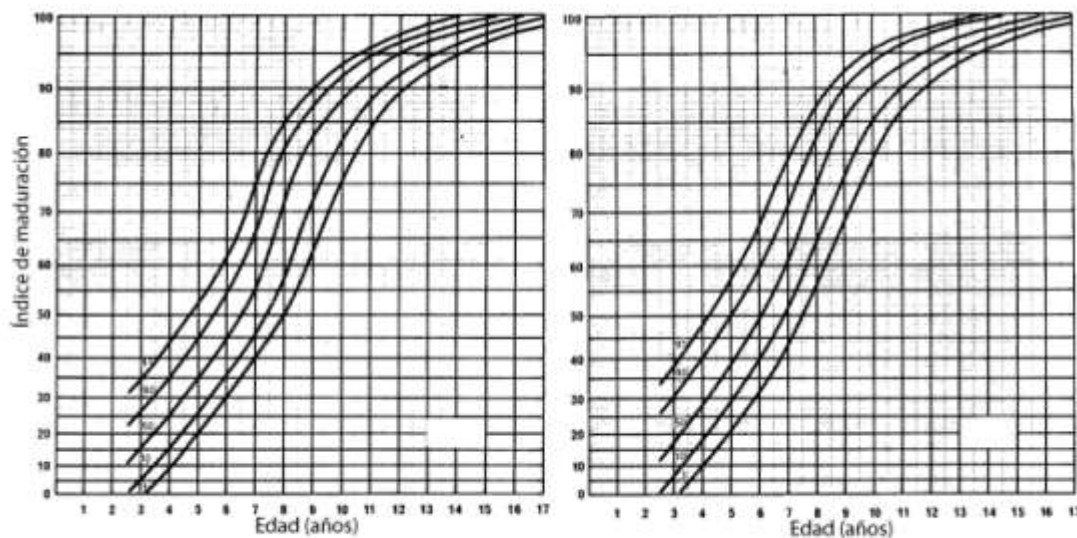


Gráficos de percentiles para maduración dental basada en siete dientes. Demirjian y Goldstein 1976

Anexo 4. Percentiles de maduración dental para cuatro dientes mandibulares (molares y premolares). Demirjian y Goldstein 1976. (12)

Anexo 5. Valores ponderados para cada estadio de desarrollo de cuatro dientes (2^{do} molar, premolares, incisivo central) mandibulares. Demirjian y Goldstein (12)

Valores ponderados para los estadios de desarrollo de cuatro dientes (2do molar, premolares e incisivos) Demirjian y Goldstein 1976									
Varones	Etapas								
	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0.0	3.3	6.1	9.9	15.0	19.7	21.3	22.1	23.5
PM ₂	0.0	3.2	5.6	9.6	14.2	18.8	20.9	21.7	22.8
PM ₁		0.0	7.1	11.6	16.9	22.8	25.8	26.8	27.9
I ₁				0.0	7.4	11.5	14.6	18.9	25.7
Hembras	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M ₂	0.0	3.4	6.3	10.2	15.7	20.0	21.5	22.3	23.5
PM ₂	0.0	3.7	6.2	10.3	15.1	19.1	21.0	21.7	22.8
PM ₁		0.0	5.9	10.2	16.2	21.9	24.6	25.6	26.8
I ₁				0.0	8.1	12.2	15.6	20.7	27.0



Gráficos de percentiles para maduración dental basada en cuatro dientes (molar 2, premolar 2, premolar 1, incisivo 1). Demirjian y Goldstein 1976

Anexo 6. Percentiles de maduración dental para cuatro dientes mandibulares (2^{do} molar, premolares, incisivo central). Demirjian y Goldstein 1976. (12)

Anexo 7. Edad estimada en función del Índice de Maduración dental. Método de Demirjian modificado (13)

Edad estimada según el Índice de maduración para hembras percentiles 50; 95; 99 y 99,99. Método de Demirjian								Edad estimada según el Índice de maduración para varones percentiles 50; 95; 99 y 99,99. Método de Demirjian							
Score	0.01%	1%	5%	50%	95%	99%	99,99%	Score	0.01%	1%	5%	50%	95%	99%	99,99%
27.50	2.00	2.00	2.00	2.94	3.75	4.15	4.43	27.50	2.00	2.00	2.00	2.68	3.95	4.29	4.75
30.00	2.09	2.40	2.78	3.65	4.41	4.84	5.12	30.00	2.00	2.09	2.76	3.65	4.68	5.06	5.52
32.50	2.95	3.08	3.35	4.16	4.95	5.41	5.70	32.50	2.75	3.07	3.45	4.24	5.27	5.69	6.15
35.00	3.37	3.49	3.75	4.58	5.42	5.91	6.21	35.00	3.20	3.53	3.91	4.71	5.78	6.24	6.71
37.50	3.71	3.83	4.10	4.96	5.85	6.36	6.68	37.50	3.56	3.90	4.30	5.13	6.25	6.73	7.21
40.00	4.00	4.13	4.41	5.31	6.26	6.78	7.12	40.00	3.88	4.23	4.65	5.52	6.68	7.20	7.68
42.50	4.27	4.41	4.70	5.64	6.64	7.18	7.53	42.50	4.17	4.54	4.98	5.88	7.10	7.64	8.13
45.00	4.53	4.68	4.98	5.96	7.00	7.56	7.93	45.00	4.45	4.82	5.28	6.23	7.49	8.06	8.55
47.50	4.77	4.94	5.25	6.27	7.36	7.92	8.31	47.50	4.71	5.10	5.58	6.56	7.88	8.46	8.96
50.00	5.01	5.19	5.51	6.57	7.70	8.27	8.68	50.00	4.97	5.37	5.87	6.89	8.26	8.86	9.36
52.50	5.25	5.43	5.77	6.86	8.04	8.62	9.05	52.50	5.23	5.63	6.15	7.21	8.63	9.24	9.75
55.00	5.48	5.68	6.02	7.15	8.37	8.96	9.41	55.00	5.48	5.90	6.43	7.52	8.99	9.62	10.13
57.50	5.71	5.92	6.27	7.44	8.70	9.30	9.77	57.50	5.73	6.16	6.71	7.83	9.35	10.00	10.51
60.00	5.94	6.16	6.53	7.74	9.03	9.63	10.12	60.00	5.98	6.42	6.98	8.15	9.71	10.37	10.88
62.50	6.18	6.41	6.79	8.03	9.36	9.97	10.48	62.50	6.23	6.68	7.26	8.46	10.08	10.74	11.25
65.00	6.41	6.65	7.05	8.32	9.69	10.30	10.84	65.00	6.49	6.95	7.54	8.78	10.44	11.12	11.63
67.50	6.65	6.91	7.31	8.62	10.03	10.65	11.21	67.50	6.75	7.22	7.83	9.10	10.80	11.49	12.00
70.00	6.90	7.17	7.59	8.93	10.37	10.99	11.58	70.00	7.02	7.49	8.12	9.42	11.17	11.87	12.38
72.50	7.15	7.43	7.87	9.24	10.73	11.35	11.96	72.50	7.29	7.78	8.42	9.76	11.55	12.26	12.76
75.00	7.42	7.71	8.16	9.56	11.09	11.71	12.35	75.00	7.58	8.07	8.73	10.10	11.93	12.65	13.16
77.50	7.69	8.00	8.46	9.89	11.46	12.09	12.76	77.50	7.88	8.38	9.06	10.45	12.33	13.06	13.56
80.00	7.98	8.30	8.78	10.24	11.86	12.49	13.19	80.00	8.19	8.71	9.39	10.82	12.74	13.47	13.97
82.50	8.29	8.62	9.12	10.61	12.28	12.92	13.65	82.50	8.53	9.05	9.75	11.21	13.16	13.91	14.40
85.00	8.62	8.97	9.48	10.99	12.72	13.37	14.14	85.00	8.89	9.42	10.13	11.63	13.61	14.36	14.86
87.50	8.98	9.34	9.88	11.42	13.22	13.88	14.68	87.50	9.28	9.82	10.54	12.08	14.08	14.85	15.34
90.00	9.38	9.76	10.32	11.88	13.77	14.45	15.30	90.00	9.72	10.27	11.00	12.57	14.59	15.37	15.86
92.50	9.84	10.24	10.83	12.41	14.42	15.13	16.04	92.50	10.23	10.79	11.52	13.14	15.15	15.95	16.44
95.00	9.94	10.35	10.95	12.52	14.57	15.29	16.21	95.00	10.34	10.90	11.64	13.26	15.27	16.08	16.57
97.50	10.16	10.57	11.19	12.77	14.89	15.63	16.58	97.50	10.58	11.15	11.88	13.52	15.53	16.34	16.83
100.00	10.40	10.82	11.45	13.03	15.26	16.03	17.00	100.00	10.84	11.41	12.15	13.81	15.80	16.63	17.11
	10.67	11.10	11.75	13.33	15.69	16.51	17.49		11.14	11.71	12.44	14.13	16.09	16.94	17.42
	10.98	11.42	12.09	13.67	16.24	17.15	18.09		11.48	12.06	12.78	14.50	16.42	17.29	17.77
	12.64	13.03	13.92	15.49	(19.64)	(19.83)	(20.27)		13.39	13.90	14.49	16.59	(17.89)	(19.21)	(19.53)

Valor: la edad estimada se lee como edad mínima, desde el valor indicado hasta el término de vida

Anexo 8. Valores de Maduración dental para varones. Método de Demirjian modificado. (13)

Valores de maduración dental según la edad para hembras, método de Demirjian									
Age	0.01%	1%	5%	16%	50%	84%	95%	99%	99.99%
2.50	23.60	23.94	24.48	24.68	26.65	28.62	29.40	30.13	30.14
2.75	23.89	24.30	24.91	25.07	27.08	29.03	30.03	31.05	31.13
3.00	24.24	24.72	25.44	25.62	27.69	29.69	30.94	32.24	32.43
3.25	24.66	25.20	26.06	26.31	28.48	30.60	32.11	33.67	34.00
3.50	25.14	25.76	26.76	27.14	29.42	31.73	33.50	35.31	35.81
3.75	25.70	26.39	27.56	28.11	30.51	33.06	35.09	37.13	37.81
4.00	26.34	27.10	28.44	29.18	31.74	34.57	36.86	39.12	39.99
4.25	27.04	27.88	29.41	30.37	33.10	36.23	38.77	41.24	42.32
4.50	27.82	28.74	30.46	31.67	34.57	38.03	40.82	43.48	44.76
4.75	28.67	29.68	31.60	33.05	36.15	39.95	42.98	45.82	47.29
5.00	29.59	30.69	32.81	34.52	37.83	41.98	45.22	48.22	49.89
5.25	30.58	31.78	34.10	36.07	39.59	44.09	47.54	50.68	52.53
5.50	31.64	32.94	35.47	37.69	41.44	46.27	49.91	53.18	55.21
5.75	32.76	34.18	36.90	39.37	43.35	48.51	52.32	55.71	57.89
6.00	33.95	35.48	38.40	41.11	45.32	50.79	54.75	58.24	60.56
6.25	35.21	36.85	39.95	42.89	47.34	53.10	57.19	60.76	63.21
6.50	36.52	38.29	41.57	44.71	49.41	55.43	59.63	63.27	65.82
6.75	37.89	39.79	43.24	46.57	51.50	57.76	62.05	65.74	68.38
7.00	39.31	41.34	44.95	48.46	53.63	60.09	64.45	68.17	70.87
7.25	40.78	42.95	46.70	50.37	55.76	62.40	66.80	70.55	73.30
7.50	42.30	44.60	48.50	52.29	57.91	64.69	69.11	72.87	75.64
7.75	43.86	46.30	50.32	54.22	60.06	66.94	71.37	75.12	77.89
8.00	45.46	48.04	52.17	56.16	62.20	69.16	73.56	77.29	80.04
8.25	47.10	49.81	54.04	58.10	64.33	71.32	75.69	79.39	82.10
8.50	48.76	51.61	55.93	60.03	66.43	73.43	77.74	81.39	84.05
8.75	50.45	53.44	57.83	61.95	68.51	75.47	79.71	83.30	85.88
9.00	52.17	55.28	59.73	63.85	70.56	77.45	81.59	85.12	87.61
9.25	53.90	57.14	61.62	65.73	72.57	79.36	83.39	86.84	89.22
9.50	55.64	59.01	63.52	67.59	74.53	81.19	85.09	88.46	90.71
9.75	57.39	60.88	65.40	69.41	76.44	82.94	86.71	89.97	92.09
10.00	59.14	62.74	67.26	71.21	78.30	84.61	88.22	91.38	93.36
10.25	60.89	64.60	69.10	72.97	80.10	86.19	89.65	92.69	94.52
10.50	62.64	66.44	70.91	74.68	81.83	87.69	90.97	93.89	95.56
10.75	64.38	68.26	72.69	76.36	83.50	89.10	92.20	94.99	96.49
11.00	66.10	70.06	74.43	77.99	85.09	90.41	93.33	95.99	97.32
11.25	67.81	71.83	76.13	79.57	86.61	91.64	94.37	96.89	98.05
11.50	69.49	73.57	77.78	81.10	88.05	92.78	95.32	97.69	98.69
11.75	71.15	75.26	79.38	82.57	89.41	93.83	96.17	98.40	99.23
12.00	72.77	76.91	80.93	83.99	90.69	94.79	96.94	99.02	99.68
12.25	74.36	78.51	82.42	85.35	91.89	95.66	97.62	99.54	100
12.50	75.92	80.07	83.85	86.66	93.00	96.45	98.21	99.99	100
12.75	77.43	81.56	85.21	87.90	94.03	97.15	98.73	100	100
13.00	78.90	83.00	86.51	89.08	94.97	97.77	99.17	100	100
13.25	80.32	84.37	87.74	90.20	95.82	98.31	99.54	100	100
13.50	81.70	85.68	88.89	91.26	96.59	98.78	99.85	100	100
13.75	83.02	86.92	89.98	92.25	97.28	99.18	100	100	100
14.00	84.29	88.09	90.99	93.18	97.88	99.50	100	100	100
14.25	85.50	89.19	91.92	94.04	98.40	99.77	100	100	100
14.50	86.66	90.22	92.79	94.84	98.84	99.97	100	100	100
14.75	87.75	91.17	93.58	95.58	99.21	100	100	100	100
15.00	88.79	92.06	94.30	96.26	99.51	100	100	100	100
15.25	89.78	92.87	94.95	96.88	99.74	100	100	100	100
15.50	90.70	93.61	95.53	97.43	99.91	100	100	100	100
15.75	91.56	94.29	96.04	97.93	100	100	100	100	100
16.00	92.37	94.90	96.49	98.37	100	100	100	100	100
16.25	93.13	95.44	96.89	98.75	100	100	100	100	100
16.50	93.83	95.93	97.23	99.09	100	100	100	100	100
16.75	94.48	96.37	97.53	99.37	100	100	100	100	100
17.00	95.08	96.75	97.78	99.60	100	100	100	100	100
17.25	95.65	97.09	98.00	99.79	100	100	100	100	100
17.50	96.17	97.40	98.19	99.94	100	100	100	100	100
17.75	96.65	97.67	98.36	100	100	100	100	100	100
18.00	97.11	97.93	98.53	100	100	100	100	100	100
18.25	97.55	98.18	98.69	100	100	100	100	100	100
18.50	97.96	98.42	98.87	100	100	100	100	100	100
18.75	98.37	98.68	99.08	100	100	100	100	100	100
19.00	98.78	98.96	99.31	100	100	100	100	100	100
19.25	99.20	99.28	99.60	100	100	100	100	100	100
19.50	99.43	99.65	99.96	100	100	100	100	100	100
19.75	99.87	100	100	100	100	100	100	100	100
20.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Anexo 9. Valores de Maduración dental para hembras. Método de Demirjian modificado.
(13)

Valores de maduración dental según la edad para varones, método de Demirjian									
Age	0.01%	1%	5%	16%	50%	84%	95%	99%	99.99%
2.50	24.51	24.91	24.93	25.68	27.40	28.41	29.48	30.51	31.19
2.75	24.68	25.00	25.01	25.85	27.65	28.86	30.01	31.27	32.36
3.00	24.73	25.18	25.24	26.17	28.08	29.51	30.76	32.28	33.76
3.25	24.87	25.45	25.59	26.64	28.67	30.35	31.71	33.51	35.37
3.50	25.11	25.82	26.08	27.24	29.42	31.36	32.86	34.95	37.16
3.75	25.42	26.28	26.67	27.98	30.32	32.54	34.17	36.57	39.10
4.00	25.83	26.82	27.38	28.83	31.35	33.86	35.64	38.35	41.17
4.25	26.31	27.44	28.18	29.80	32.51	35.31	37.25	40.26	43.35
4.50	26.87	28.15	29.09	30.87	33.79	36.88	38.98	42.29	45.63
4.75	27.51	28.93	30.08	32.04	35.17	38.56	40.81	44.42	47.98
5.00	28.23	29.79	31.15	33.29	36.65	40.33	42.75	46.63	50.37
5.25	29.02	30.71	32.29	34.63	38.22	42.19	44.76	48.91	52.81
5.50	29.88	31.71	33.51	36.04	39.86	44.12	46.84	51.23	55.27
5.75	30.81	32.76	34.79	37.52	41.58	46.10	48.97	53.58	57.73
6.00	31.80	33.88	36.13	39.06	43.36	48.14	51.15	55.96	60.19
6.25	32.86	35.06	37.53	40.65	45.19	50.22	53.35	58.34	62.63
6.50	33.97	36.29	38.97	42.29	47.07	52.32	55.58	60.71	65.04
6.75	35.14	37.58	40.46	43.98	48.98	54.45	57.82	63.07	67.41
7.00	36.37	38.91	41.99	45.70	50.93	56.59	60.06	65.40	69.73
7.25	37.65	40.29	43.55	47.46	52.90	58.73	62.29	67.69	71.99
7.50	38.97	41.71	45.15	49.24	54.88	60.87	64.50	69.94	74.18
7.75	40.34	43.17	46.77	51.04	56.88	62.99	66.69	72.13	76.31
8.00	41.76	44.66	48.41	52.85	58.88	65.10	68.85	74.27	78.35
8.25	43.21	46.19	50.08	54.68	60.87	67.18	70.96	76.34	80.31
8.50	44.70	47.75	51.76	56.52	62.86	69.23	73.03	78.33	82.19
8.75	46.22	49.33	53.45	58.35	64.83	71.24	75.05	80.25	83.97
9.00	47.77	50.93	55.16	60.19	66.78	73.20	77.01	82.08	85.66
9.25	49.34	52.56	56.87	62.01	68.70	75.12	78.90	83.84	87.25
9.50	50.94	54.20	58.58	63.83	70.60	76.98	80.73	85.50	88.75
9.75	52.57	55.86	60.30	65.64	72.46	78.79	82.49	87.07	90.15
10.00	54.20	57.52	62.01	67.42	74.28	80.53	84.17	88.55	91.45
10.25	55.85	59.19	63.72	69.19	76.06	82.21	85.77	89.94	92.65
10.50	57.52	60.87	65.42	70.93	77.79	83.82	87.29	91.23	93.76
10.75	59.18	62.54	67.11	72.64	79.47	85.36	88.73	92.43	94.77
11.00	60.86	64.22	68.78	74.32	81.10	86.83	90.08	93.54	95.68
11.25	62.53	65.88	70.44	75.97	82.67	88.22	91.35	94.55	96.51
11.50	64.20	67.54	72.09	77.59	84.18	89.53	92.53	95.47	97.24
11.75	65.87	69.19	73.71	79.16	85.63	90.77	93.62	96.30	97.89
12.00	67.53	70.82	75.31	80.69	87.01	91.92	94.62	97.05	98.46
12.25	69.18	72.44	76.89	82.18	88.33	93.00	95.54	97.71	98.95
12.50	70.81	74.03	78.44	83.63	89.58	93.99	96.37	98.29	99.37
12.75	72.43	75.61	79.95	85.03	90.76	94.91	97.12	98.79	99.71
13.00	74.02	77.15	81.44	86.37	91.88	95.75	97.78	99.21	99.99
13.25	75.59	78.67	82.89	87.67	92.92	96.50	98.36	99.57	100
13.50	77.14	80.15	84.31	88.91	93.89	97.19	98.87	99.86	100
13.75	78.66	81.61	85.68	90.09	94.78	97.79	99.29	100	100
14.00	80.14	83.02	87.02	91.22	95.61	98.33	99.65	100	100
14.25	81.59	84.39	88.31	92.30	96.37	98.79	99.94	100	100
14.50	83.01	85.73	89.55	93.31	97.05	99.19	100	100	100
14.75	84.38	87.01	90.74	94.26	97.67	99.52	100	100	100
15.00	85.71	88.25	91.88	95.15	98.21	99.79	100	100	100
15.25	87.00	89.44	92.97	95.97	98.70	100	100	100	100
15.50	88.24	90.58	93.99	96.73	99.11	100	100	100	100
15.75	89.43	91.66	94.96	97.43	99.47	100	100	100	100
16.00	90.57	92.69	95.86	98.05	99.76	100	100	100	100
16.25	91.66	93.66	96.69	98.62	100	100	100	100	100
16.50	92.69	94.57	97.46	99.11	100	100	100	100	100
16.75	93.67	95.41	98.14	99.53	100	100	100	100	100
17.00	94.58	96.19	98.75	99.89	100	100	100	100	100
17.25	95.44	96.91	99.28	100	100	100	100	100	100
17.50	96.23	97.55	99.72	100	100	100	100	100	100
17.75	96.96	98.13	100	100	100	100	100	100	100
18.00	97.62	98.63	100	100	100	100	100	100	100
18.25	98.22	99.06	100	100	100	100	100	100	100
18.50	98.75	99.41	100	100	100	100	100	100	100
18.75	99.22	99.69	100	100	100	100	100	100	100
19.00	99.61	99.89	100	100	100	100	100	100	100
19.25	99.94	100	100	100	100	100	100	100	100
19.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100