



**EL CONOCIMIENTO DE LAS POBLACIONES DEL  
PASADO A TRAVÉS DE LOS RESTOS ÓSEOS:  
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS  
DE ESTIMACIÓN DE EDAD DE MUERTE EN  
INDIVIDUOS NO ADULTOS BASADOS EN EL  
DESARROLLO DENTAL**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**BIOLOGÍA EVOLUTIVA Y BIODIVERSIDAD**

**JAVIER FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

**Madrid, Junio 2015**



*LABORATORIO  
DE POBLACIONES  
DEL PASADO*



## ÍNDICE

RESUMEN: .....	Página 2
INTRODUCCIÓN: .....	Página 3
OBJETIVOS: .....	Página 8
MATERIAL Y MÉTODOS: .....	Página 9
RESULTADOS: .....	Página 10
DISCUSIÓN: .....	Página 18
CONCLUSIONES: .....	Página 21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	Página 22
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS: .....	Página 24
ANEXOS:	
Anexo 1: Atlas de erupción y desarrollo dental de Schour y Massler (1944).	Página 25
Anexo 2: Atlas de erupción y desarrollo dental de Ubelaker (1978).	Página 26
Anexo 3: Atlas de erupción y desarrollo dental de AlQahtani, London Atlas (2010).	Página 27
Anexo 4: Ficha de toma de datos.	Página 28
Anexo 5: Resultados obtenidos de los test t y la prueba de Wilcoxon.	Página 29
Anexo 6: Tabla de medidas de cada diente para cada grupo de Ubelaker.	Página 30

## RESUMEN

La estimación de edad de muerte de los individuos no adultos por medio del desarrollo dental, con métodos cualitativos o cuantitativos proporciona información muy importante para el estudio de la mortalidad en las poblaciones del pasado. El presente estudio clasifica y mide los dientes de 157 individuos no adultos para estimar la edad de muerte mediante los métodos cualitativos de Schour y Massler (1944), Ubelaker (1978), AlQahtani *et al.* (2010), y los métodos cuantitativos de Deutsch *et al.* (1985), Liversidge *et al.* (1993), e Irurita *et al.* (2013). Los objetivos de este estudio son comprobar si existen diferencias en la clasificación en función del método de estimación utilizado, obtener la distribución de las medidas de cada diente para cada grupo de edad del atlas de Ubelaker (1978), y, como objetivo final, crear ecuaciones de regresión para la estimación de la edad mediante la medida de los premolares.

**PALABRAS CLAVE:** edad estimada, desarrollo dental, dentición, métodos cuantitativos, métodos cualitativos, ecuaciones de regresión.

## ABSTRACT

The estimated age at death of non-adults individuals through dental development with qualitative or quantitative methods provides very important information about mortality of past populations. This study classifies and measures the teeth of 157 non-adults individuals to estimate age at death using qualitative methods of Schour and Massler (1944), Ubelaker (1978) and AlQahtani *et al.* (2010) and quantitative methods of Deutsch *et al.* (1985), Liversidge *et al.* (1993), and Irurita *et al.* (2013). The aims of this study are to test whether there are differences in the classification based on the estimation method used, to obtain the distribution of the measures of each tooth for each age group of the atlas of Ubelaker (1978), and, as a final objective, to create regression equations for the estimation of the age through measurement of the premolars.

**KEYWORDS :** age estimation, dental development, dentition, quantitative methods, qualitative methods, regression equations.

## INTRODUCCIÓN

La antropología es la ciencia que se encarga de estudiar la realidad del ser humano a través de un enfoque holístico (en el que el todo determina el comportamiento de las partes). El término tiene origen en el griego y proviene de *anthropos* (“hombre” o “humano”) y *logos* (“conocimiento”).

La antropología física es la parte de la antropología que estudia al ser humano en su origen, evolución, desarrollo, variabilidad y adaptación desde diversas disciplinas científicas que dan cuenta de su entorno y de sí mismo como parte de la naturaleza.

Los restos esqueléticos recuperados de los cementerios y los yacimientos arqueológicos constituyen las fuentes de estudio del pasado para la antropología física.

La estimación de la edad de muerte (a la que se denominará *edad* de aquí en adelante) es muy importante en diversos ámbitos, tanto sociales como antropológicos. Constituye parte importante del proceso rutinario de identificación de restos esqueléticos en yacimientos arqueológicos. Para la mayoría de las sociedades actuales interesa en los ámbitos legales de adopciones, inmigración, escolarización, empleo y matrimonio (Willems, 2001).

Como se puede observar en la figura 1, los dientes están divididos en tres regiones anatómicas, la corona (parte del diente recubierta de esmalte), el cuello (estrechamiento del diente entre la corona y la raíz) y la raíz (parte que ancla el diente a la maxila o mandíbula). La corona presenta cinco superficies: oclusal, bucal o labial, lingual, mesial y distal (White, Black y Folkens, 2012).

Desde el punto de vista tisular y de fuera hacia dentro, el diente está formado por esmalte recubriendo toda la corona, o cemento en la raíz; dentina, que constituye el núcleo del diente; y pulpa, que es el tejido blando que se encuentra en el centro del diente, y contiene los vasos sanguíneos y nervios.

El proceso de formación del diente comienza con la aparición de los centros de mineralización de las cúspides y finaliza con el cierre de los ápices radiculares.

El desarrollo de la dentición sigue una secuencia y cronología muy bien conocida en nuestra especie. Aproximadamente a la decimotercera semana de gestación el primer incisivo de leche comienza a formarse, seguido de los primeros molares de leche sobre la decimoquinta semana. Estos son seguidos dos semanas después por los segundos

incisivos de leche y otras dos semanas después por los caninos y segundos molares de leche. El primer molar permanente comienza su calcificación alrededor de la semana 28 a 32 de gestación (Smith, 1999).

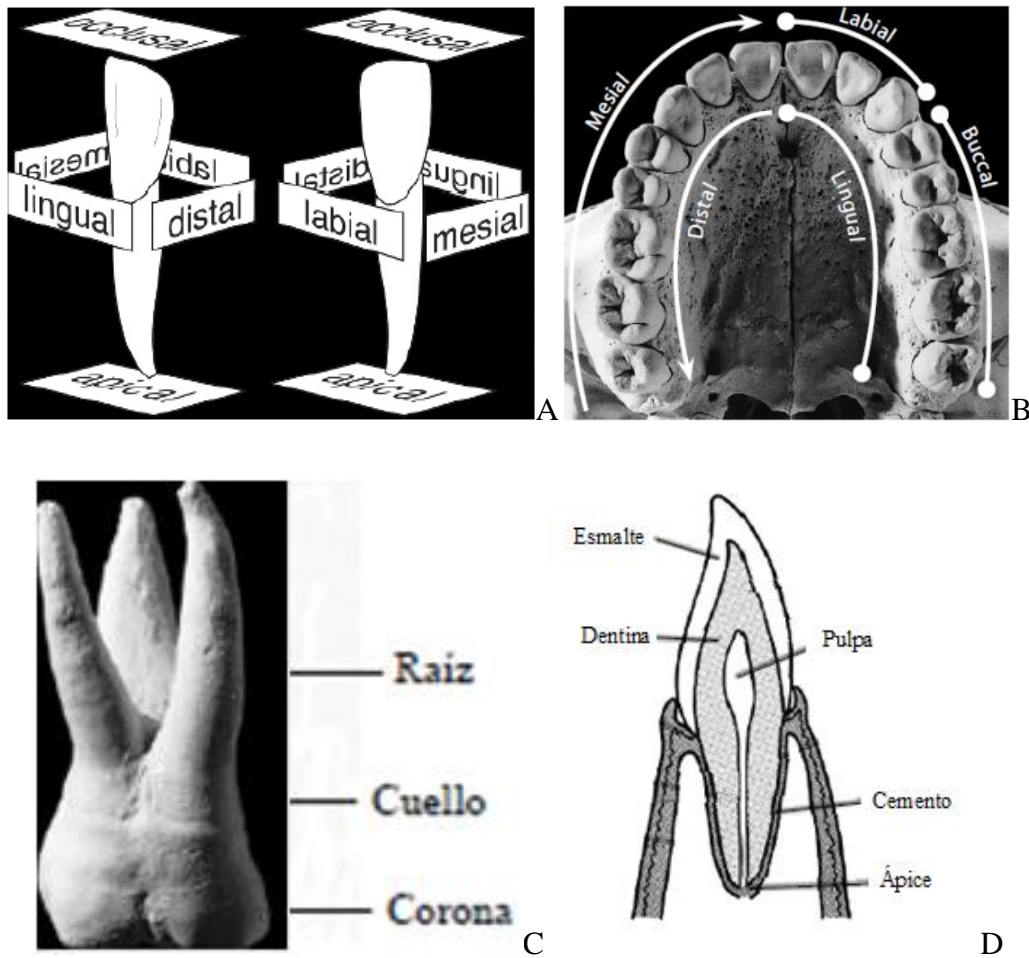


Figura 1: Anatomía dental. A y B: superficies dentales. C: regiones anatómicas. D: estructura interna del diente (Reproducido de White, Black & Folkens, 2012).

La formación completa de la corona es mucho más variable que su iniciación. La corona de los dientes de leche lleva entre 7 y 14 meses, y en los permanentes se requieren de 4 a 6,5 años (Schour y Massler, 1940).

Existen numerosos estudios sobre la edad dental, incluyendo la calcificación y la erupción. La estimación de la edad de muerte mediante la utilización de los dientes tiene ventajas sobre el uso de restos esqueléticos. Garn *et al.* (1959), Lewis y Garn (1960), y Krogman (1968) (citados en Smith, 1999) establecen que el desarrollo dental es menos variable que la maduración del esqueleto, por lo que es más preciso para la estimación de la edad. Además, los dientes se preservan mejor tras la inhumación. Su desarrollo,

tanto de los dientes de leche como de los permanentes, permite conocer la edad del individuo desde el periodo embrionario hasta la vida adulta. La edad dental muestra menor variabilidad que la edad ósea, ya que el desarrollo dental se ve menos afectado que el hueso por cambios en factores externos, tales como las variaciones en la nutrición, el estadio socio-económico del individuo y cambios medioambientales. Una posible razón es que el desarrollo de los dientes de leche y una parte de los permanentes tienen lugar antes del nacimiento en un medio protegido (Scheuer y Black, 2004).

Existen multitud de gráficos, tablas y atlas de desarrollo dental, desde 1880, cuando Legros y Magitot desarrollaron unas tablas en las que mostraban los tejidos y estructuras de los dientes de leche y permanentes, con énfasis en la formación prenatal. Desde entonces, la historia del desarrollo de las tablas y atlas es larga y compleja, y parece que hay muchas lagunas en su construcción y hay falta de pruebas sólidas. Las pocas pruebas que se han realizado no recomiendan ningún cambio importante en los dibujos de los atlas, pero sí en las edades y sus intervalos de error asociados (Krista *et al.*, 2010).

Los dos atlas de erupción y desarrollo dental más utilizados son los de Schour y Massler (1941 y modificado en 1944) (anexo 1) y Ubelaker (1978 y modificado en 1989) (anexo 2), utilizados en multitud de publicaciones. Estos atlas son muy similares y proporcionan dibujos esquemáticos de los dientes en 21 estadios de desarrollo, desde los 5 meses *in utero* hasta la edad adulta. Sin embargo, hay algunas diferencias en la representación del desarrollo y erupción de dientes específicos y sus intervalos de error designados (Smith, 1999). Además, desde tiempos recientes se dispone del método de AlQahtani *et al.* (2010) (anexo 3) quienes elaboraron, a partir de un estudio retrospectivo, un atlas de erupción y desarrollo dental, con 31 estadios, comprendiendo edades desde las 30 semanas y hasta los 23 años y medio.

Krista, Latham y Finnegan (2010), compararon los atlas de Schour y Massler y de Ubelaker y detectaron diferencias entre ellos que provocan la clasificación en grupos diferentes de ciertos individuos. La mayor diferencia visual está en el desarrollo del canino de leche en el grupo 18 meses y en el grupo 2 años. Se observan también diferencias en distintos grupos: en el desarrollo del primer molar permanente (grupo 3 años); en el primer y segundo incisivo y canino permanentes (grupo 6 años); en el desarrollo de la raíz del segundo molar y del primer y segundo incisivos (grupo 7 años); en la transición entre la dentición mixta a la permanente (grupos 8 y 9 años); y en el

desarrollo de la raíz del segundo molar y segundo premolar y el desarrollo del tercer molar (grupos 10 y 11 años) (Krista *et al.*, 2010)

Los atlas de Schour y Massler y de Ubelaker se diferencian del de AlQahtani *et al.* en varios aspectos. Primero, tanto Schour y Massler como Ubelaker usan años completos para cada grupo de edad, mientras que AlQahtani *et al.* utilizan decimales para cada grupo, el punto medio entre dos años consecutivos. Segundo, Schour y Massler y Ubelaker omiten algunas categorías de edad donde el desarrollo dental es muy variable. Tienen limitaciones en los vacíos que dejan las categorías de edad y la pregunta de cómo evaluar la edad una vez la raíz del tercer molar pasa de  $\frac{1}{4}$  de su formación pero está incompleta (AlQahtani *et al.*, 2014).

Según García-Mancuso (2014), en su trabajo con individuos de 0 a 6 meses de edad, el método de AlQahtani *et al.* es el que presenta mayor precisión y exactitud en la estimación de la edad.

AlQahtani, Hector y Liversidge (2014), en un estudio comparativo de la precisión en la estimación de edad de los atlas de Ubelaker, Schour y Massler y AlQahtani, observaron que los tres métodos subestiman la edad cronológica, y que el de AlQahtani es el método que la estima con mayor precisión, ya que es el que más se acerca a la edad cronológica.

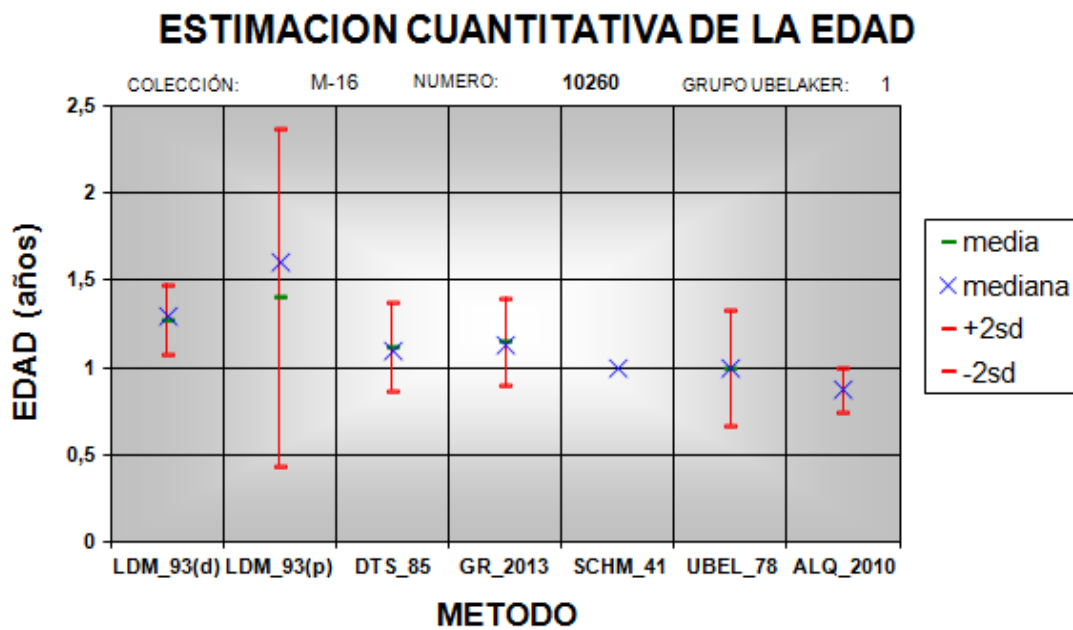
La alternativa disponible a la utilización de los métodos atlas son los métodos cuantitativos, que se basan en estimaciones de la edad de muerte a partir de la medida de cada diente mediante ecuaciones de regresión.

Deutsch *et al.* (1985) realizaron un estudio con 50 niños de 0 a 46 semanas, en el que dieron información cuantitativa de los cambios posnatales en longitud, morfología y peso de varios dientes de leche: los incisivos primero y segundo y los caninos, tanto maxilares como mandibulares. Ofrecen información relevante sobre la velocidad de formación de la corona en los citados dientes de leche, así como el orden y el periodo en el que alcanzan su máxima altura (Deutsch *et al.*, 1985).

Liversidge *et al.* (1993) desarrollaron un método cuantitativo de estimación de edad mediante el estudio de 63 individuos arqueológicos y de edad conocida, comprendidos desde los 0 a 5,4 años, incluyendo 304 dientes de leche y 269 permanentes. Se calculan unas ecuaciones de regresión para la estimación de edad con la longitud de cada diente de leche, y con la longitud de primer y segundo incisivos, canino y primer molar

permanentes, combinando las piezas mandibulares y maxilares, excepto el segundo incisivo (donde hay diferencias temporales en el comienzo de su mineralización). Este método proporciona una manera fácil, cuantitativa y objetiva de estimar la edad, y es muy apropiado para material esquelético arqueológico, frecuentemente fragmentado e incompleto (Liversidge *et al.*, 1993).

Un estudio reciente de la Universidad de Granada (Irurita *et al.*, 2013) utilizó los métodos de Liversidge *et al.* y de Deutsch *et al.* para evaluar su aplicabilidad en una población mediterránea de edad conocida. Encontraron diferencias significativas entre las edades estimadas y las reales en ambos casos. Con las medidas de los 140 individuos estudiados, de entre 5 meses y 6 años de edad, desarrollaron nuevas ecuaciones de regresión para la estimación de edad a partir del estudio métrico de los dientes de leche (Irurita *et al.*, 2013).



*Figura 2: Grafico de estimación de la edad del individuo M-16-260 por los seis métodos utilizados, con su media, mediana y dispersión. LDM\_93, método de Liversidge *et al.* (1993), (d) para dientes de leche y (p) para dientes permanentes; DTS\_85, método de Deutsch *et al.* (1985); GR\_2013, método de Irurita *et al.* (2013); SCHM\_41, método de Schour y Massler (1941); UBEL\_78, método de Ubelaker (1978); y ALQ\_2010, método de AlQahtani *et al.* (2010).*



Debido a esta diversidad de métodos disponibles de estimación de edad de muerte, cuando los aplicamos a problemas osteoarqueológicos nos encontramos actualmente en una situación en la que es posible obtener una edad estimada que varíe dependiendo del método escogido. El individuo número M-16-260 (Figura 2), clasificado siguiendo el método de Ubelaker (1978) en el grupo de edad 1, nos muestra estas diferencias. Se observa una sobrestimación de la edad estimada con los métodos cualitativos y que para esta edad son más precisos (menor dispersión entre los resultados obtenidos) los métodos que utilizan dientes de leche.

## **OBJETIVOS**

- Clasificar a los individuos estudiados por cada uno de los métodos cualitativos para comprobar si existen diferencias en el perfil de mortalidad en función de la metodología escogida.
- Medir la longitud de cada germen dental en calcificación para comparar las estimaciones de la edad de muerte obtenidas mediante los métodos cuantitativos y cualitativos.
- Comparar la distribución de medidas obtenidas de cada germen dental en calcificación para cada grupo de edad para comprobar la existencia o no de diferencias en la clasificación dependiendo del tipo de método utilizado.
- Calcular la distribución de las medidas obtenidas para cada diente y cada grupo de edad de Ubelaker (1978), para poder asignar a un grupo de edad de un método cualitativo piezas dentales aisladas halladas en un yacimiento o individuos que sólo conserven una o pocas piezas dentales.
- Como objetivo final del estudio se plantea el cálculo de ecuaciones de regresión con las medidas de otros gérmenes para crear una ecuación para la estimación de crecimiento en premolares, piezas que no se estudian en ninguno de los métodos cuantitativos publicados hasta la fecha.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El objeto de estudio de este trabajo es la colección M-16, procedente de la Maqbara hispanomusulmana de San Nicolás, Murcia, de los s. XI a XIII, compuesta de un número mínimo de individuos subadultos de 233 (González, 1999), de los cuales se examinaron todos los individuos con piezas dentales presentes, un total de 157 individuos. Se identificaron y ubicaron los dientes que estaban separados de las maxilas y mandíbulas de cada individuo.

Se elaboró una ficha de laboratorio para la toma de datos de cada individuo (anexo 4). Se creó una base de datos en *Microsoft Excel*, a la cual se trasladaron los datos de la ficha para su registro y análisis. Para el análisis estadístico posterior de éstos se utilizó *SPSS Statistics v. 17.0*.

Se midió la longitud del germen dental en calcificación (Deutsch *et al.*, 1985; Liversidge *et al.*, 1993), es decir, la longitud perpendicular a la superficie masticatoria hasta el plano de crecimiento, y paralela al eje longitudinal del cuerpo del diente, (dirección apical-oclusal) de cada una de las piezas dentales disponibles de cada individuo.

Para la medición se utilizó un calibre “Mitutoyo Digimatic 500 series”, con un error experimental de  $10^{-2}$  mm, modificado para la obtención de la longitud máxima de los gérmenes dentales en calcificación (Figura 3). Para reducir errores de medición con esta modificación, se midieron todas las piezas dentales sobre la misma zona del calibre.



*Figura 3: Calibre Mitutoyo Digimatic 500 series modificado para la obtención de la longitud máxima de los gérmenes dentales en calcificación.*

Dichas medidas solo pueden tomarse cuando el diente presente evidencias de encontrarse aún en proceso de calcificación. De no hacerse así, se corre el riesgo de

estimar edades menores de las reales, ya que la longitud del diente permanece constante tras el final de la calcificación en los permanentes, y se reduce debido a la reabsorción en los de leche (González, 1999).

A la par, se estimó la edad de muerte de cada individuo. Para ello se utilizaron los atlas de erupción dental de Ubelaker (1978) Schour y Massler (1944) y AlQahtani *et al.* (2010) como métodos cualitativos de estimación de edad. Posteriormente, con los datos obtenidos de la medición se utilizaron, como métodos cuantitativos, las ecuaciones de regresión de Liversidge *et al.* (1993), Deutsch *et al.* (1985) e Irurita *et al.* (2013).

## RESULTADOS

La distribución de edades se observa en la tabla 3. Una muestra con esa distribución de edades proporcionaría la posibilidad de estudiar un total teórico de 5808 gérmenes dentales; en el caso de estudio, ha proporcionado datos relativos a 2806, que han permitido obtener 1003 medidas válidas (Tablas 1 y 2).

Total teórico	5808	de leche	1916	permanentes	3892
Dientes perdidos o no conservados				3002	
Dientes examinados				2806	
Dientes medidos				1003	35,74%
Dientes no medidos				1803	64,26%
Valores perdidos:					
Agenesia				1	0,04%
Piezas rotas				211	7,52%
Completamente calcificado				289	10,30%
Pieza de leche en reabsorción				202	7,20%
Pieza incluida (erupcionada)				454	16,18%
Pieza sin erupcionar (observables)				322	11,48%
Pérdida premortem (con reabsorción)				1	0,04%
Pérdida postmortem (sin información)				323	11,51%

*Tabla 1: Resumen de la muestra de estudio y valores perdidos.*

Cada diente se nombra siguiendo el siguiente patrón. La primera letra indica el tipo de diente, en mayúscula para los permanentes o en minúscula y precedida de “d” (de deciduo) para los de leche. El número a continuación indica la posición del tipo dental (en el canino no aparece porque sólo hay uno). S/I para los permanentes y s/i para los de

leche, para indicar si es superior o inferior. Y por último, I/D para los permanentes e i/d para los de leche, para indicar si es izquierdo o derecho.

SUPERIOR IZQUIERDO								SUPERIOR DERECHO							
M3SI	M2SI	M1SI	P2SI	P1SI	CSI	I2SI	I1SI	I1SD	I2SD	CSD	P1SD	P2SD	M1SD	M2SD	M3SD
16/48	26/80	35/122	13/93	16/99	18/131	9/116	22/127	19/130	13/112	24/125	11/104	16/90	35/122	38/68	28/36
			dm2si	dm1si	dcsi	di2si	di1si	di1sd	di2sd	dcsd	dm1sd	dm2sd			
			14/96	12/98	12/98	13/75	12/70	12/70	13/75	13/97	20/90	20/90			
			dm2ii	dm1ii	dcii	di2ii	di1ii	di1id	di2id	dcid	dm1id	dm2id			
			22/88	19/91	12/86	15/67	6/76	13/69	18/64	19/79	33/77	35/75			
M3II	M2II	M1II	P2II	P1II	CII	I2II	I1II	I1ID	I2ID	CID	P1ID	P2ID	M1ID	M2ID	M3ID
14/45	27/79	27/130	12/94	10/105	17/132	22/112	16/133	22/127	19/115	27/122	14/101	15/91	32/125	34/72	23/36
INFERIOR IZQUIERDO								INFERIOR DERECHO							

Tabla 2: Número total de observaciones válidas y perdidas (Val/Per) para cada germen dental.

Grupos Ubelaker	N	Grupos Schour y Massler	N	Grupos AlQahtani	N
0	8	0	7	0	3
0,5	15	0,5	18	0,125	4
0,75	9	0,75	7	0,375	11
1	6	1	8	0,625	11
1,5	4	1,5	3	0,875	9
2	9	2	8	1,5	8
3	17	3	17	2,5	16
4	12	4	11	3,5	10
5	2	5	2	4,5	9
6	0	6	1	5,5	1
7	6	7	6	6,5	2
8	5	8	5	7,5	5
9	5	9	5	8,5	6
10	12	10	12	9,5	4
11	2	11	2	10,5	3
12	4	12	4	11,5	8
15	28	15	28	12,5	4
21	13	21	13	13,5	1
				14,5	10
				15,5	9
				16,5	2
				17,5	10
				18,5	4
				19,5	0
				20,5	5
				21,5	1
				22,5	0
				23,5	1

Tabla 3: Resumen de las frecuencias de cada grupo de los métodos cualitativos.

El análisis de estas frecuencias ha proporcionado un perfil de mortalidad de la población para cada uno de los métodos cualitativos (Figuras 4 y 5).

Se observan diferencias en forma de aumentos de la frecuencia de mortalidad cuando se utiliza el método de AlQahtani *et al.*, pero estas son debidas a la distinta clasificación de grupos de edades que utiliza en su metodología. Como se puede observar en la figura 4, por ejemplo, en el grupo 10 años de Ubelaker y de Schour y Massler, el método de AlQahtani *et al.* reparte los individuos entre los 9.5 y los 10.5 años.

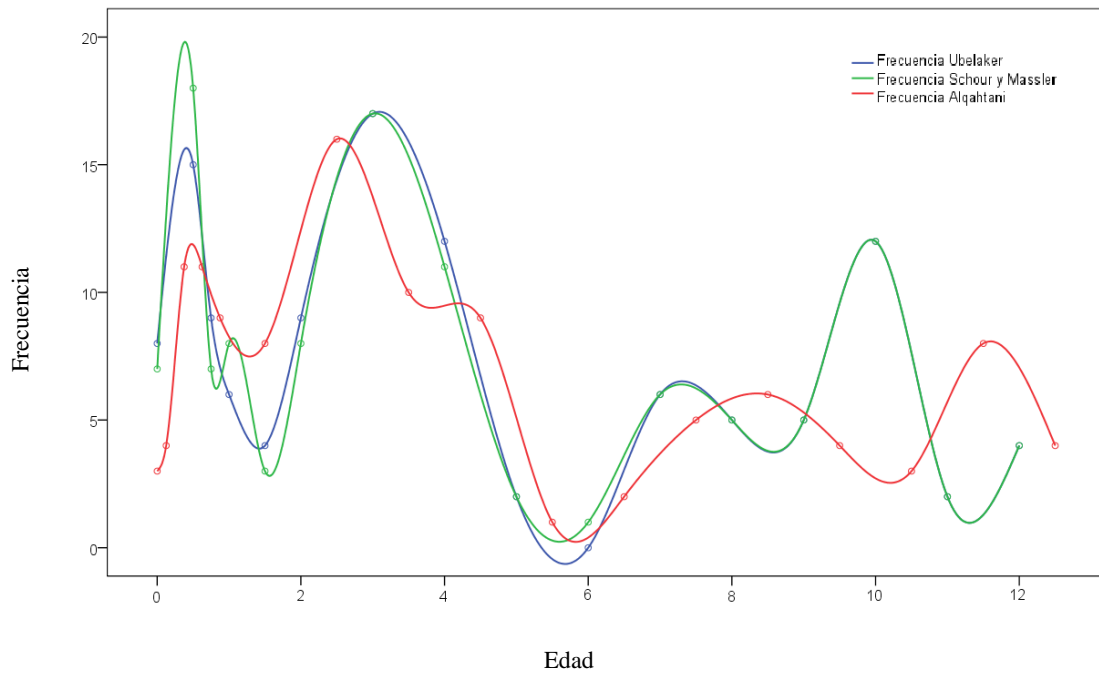


Figura 4: Perfil de mortalidad hasta los 12 años.

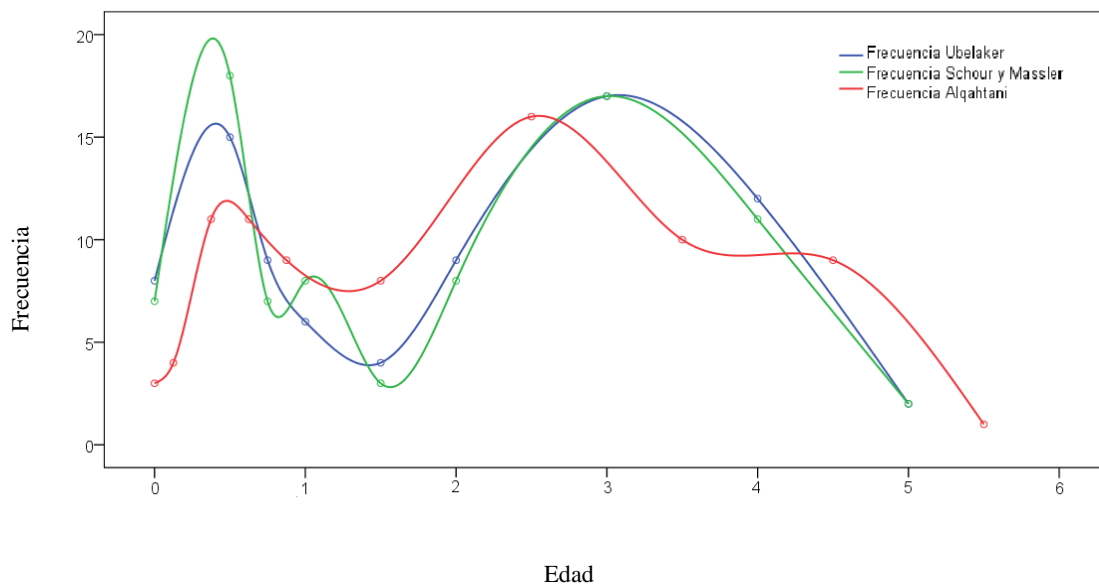


Figura 5: Detalle aumentado de la figura 5 entre 0 y 5 años.

Para comprobar si existen diferencias entre la clasificación de los métodos atlas entre sí se han separado los individuos por cohortes, intentando evitar el efecto de las diferentes agrupaciones de edades de unos y otros métodos. La figura 6 representa las cohortes 1, 10 y 15 como ejemplo.

En la mayor parte de los grupos de edad de Ubelaker, el método de AlQahtani *et al.* separa a los individuos entre sus dos grupos anterior y posterior.

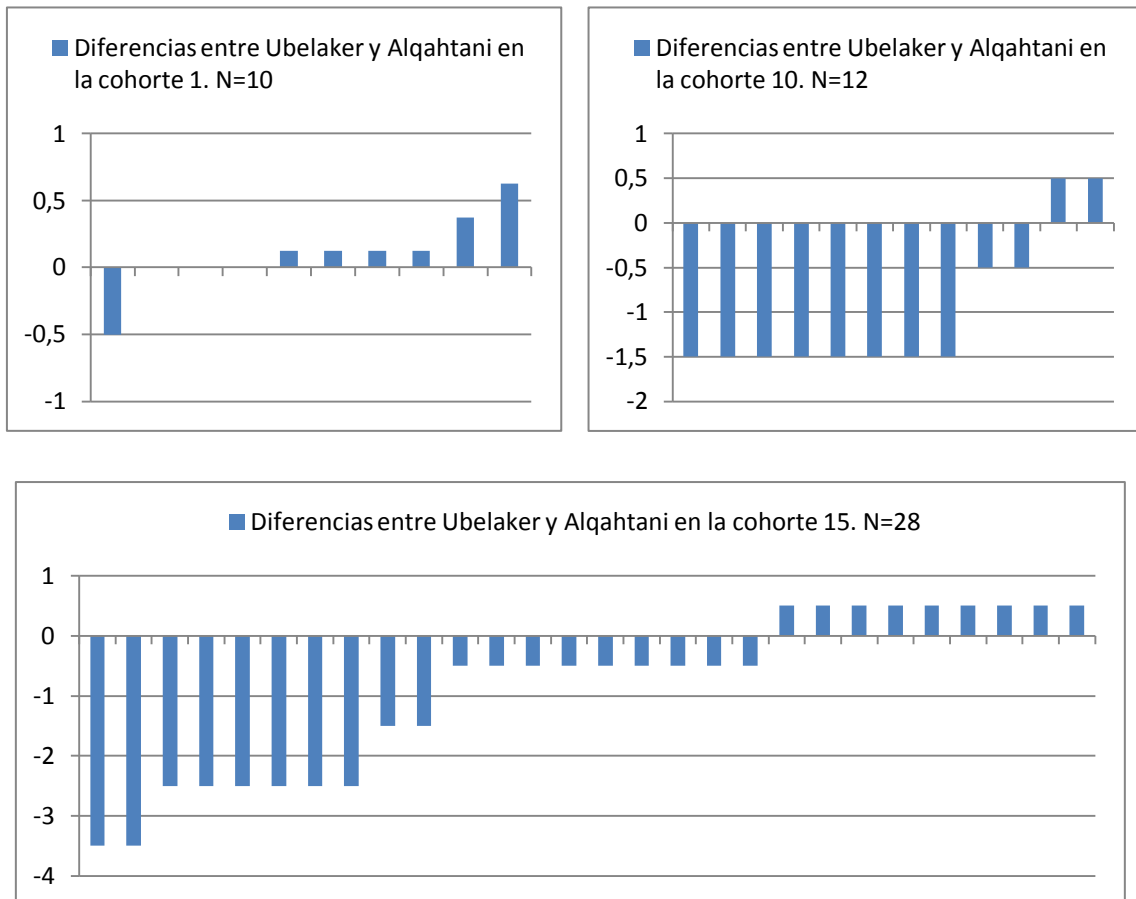


Figura 6: Clasificación de la muestra en las cohortes 1, 10 y 15.

Se observa que el método de Ubelaker sobrestima la edad en la cohorte 1 y la subestima a partir de la cohorte 9, comparado con el método de AlQahtani *et al.*

En las cohortes 15 y 21 se observan diferencias de sobrestimación, pero sobre todo de subestimación, debidas a que estos dos grupos de Ubelaker están distribuidos en doce grupos en AlQahtani *et al.*

El análisis cuantitativo nos proporciona un bajo porcentaje (35,74%) de medidas válidas. Como se ha obtenido un porcentaje elevado de valores perdidos (64,26%), y ya

que no se contempla en ningún caso la extracción de las piezas dentales incluidas de ningún individuo, se planteó una técnica de base matemática para disminuir la proporción de valores perdidos, reduciendo al mismo tiempo el número de variables y aumentando la potencia de los análisis estadísticos posteriores, tal y como se describe en González (1999).

Para reducir el número de variables se ha integrado la información de las variables izquierdas y derechas y superiores e inferiores. Si tenemos en cuenta la característica propia de simetría bilateral, lo esperable es que la información de las variables izquierdas y derechas sea similar y podamos por tanto integrarlas en una sola, reduciendo así el número total de variables y haciendo disminuir la proporción de valores perdidos.

Previamente, se realizan test estadísticos para comprobar la ausencia de diferencias significativas entre las medias de las medidas derechas e izquierdas. Con este fin se utilizan test de comparación de medias muestrales para datos apareados (test t) y test no paramétricos o de distribución libre, ya que estos son aplicables a muestras pequeñas que no cumplan los requisitos de los análisis paramétricos (Álvarez, 1994), y el tamaño muestral de este estudio es menor de 30. Se ha utilizado la prueba de Wilcoxon para variables relacionadas, que considera el signo, la diferencia positiva o negativa entre las variables y la magnitud de las diferencias. El nivel de significación elegido para todos los análisis es del 95%. Los resultados de estos análisis pueden consultarse en el anexo 5.

Para las variables en las que se confirma la ausencia de diferencias significativas, se calcula una nueva variable cuyo valor es la media aritmética de las antiguas medidas izquierda y derecha si las dos están presentes, y la de la derecha o la izquierda si sólo se obtiene una de ellas. Se comprueba que la nueva variable no presenta diferencias significativas con las variables desde las que fueron calculadas.

Para los dientes que se hayan podido integrar en estas nuevas variables, se vuelven a hacer los test estadísticos (test t y prueba de Wilcoxon) para comprobar la ausencia de diferencias significativas entre las medias superiores e inferiores.

Siguiendo el procedimiento anterior, se ha calculado de nuevo otra nueva variable. Su valor es la media aritmética de las medidas superior e inferior si ambas están presentes, y la de la superior o inferior si sólo se ha obtenido una de ellas (anexo 5).

Como los métodos cuantitativos están concebidos para edades hasta 5-6 años, se realiza la comparación de la distribución obtenida mediante los métodos cuantitativos de Deutsch *et al.* (1985), Liversidge *et al.* (1993) e Irurita *et al.* (2013) con cada grupo de edad de Ubelaker. La figura 7 muestra la comparación de las distribuciones para el primer año.

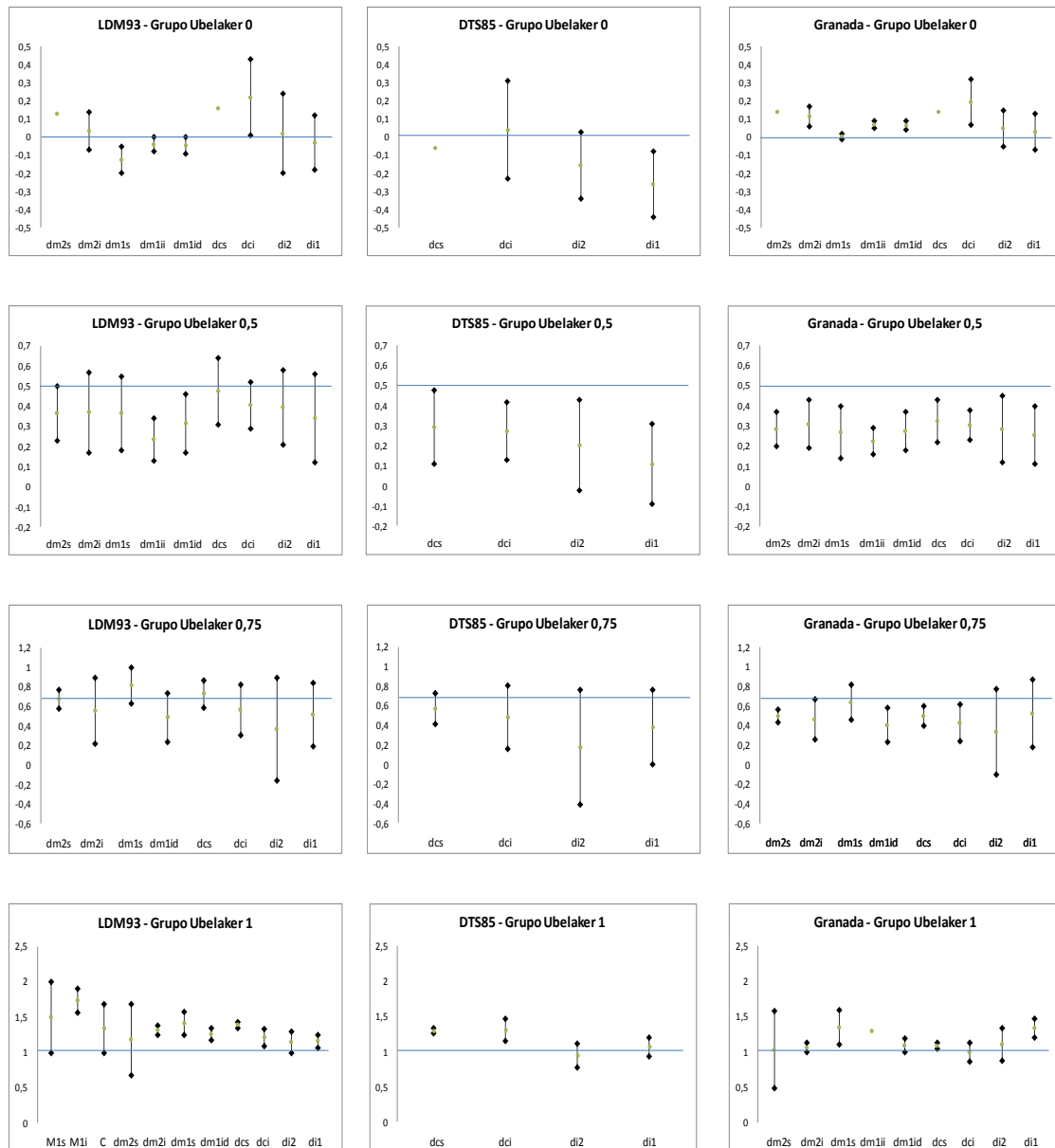


Fig 7: Comparación entre la estimación de edad mediante Ubelaker y los métodos cuantitativos en cada grupo de edad del primer año.

Se observa que para el grupo 0 los tres métodos se aproximan a la edad de Ubelaker con una sobrestimación o subestimación que varía en función del diente utilizado.



Para el grupo 0,5 y 0,75 se observa que los tres métodos subestiman sistemáticamente la edad de Ubelaker, siendo el método de Liversidge *et al.* el que más se aproxima. Para el grupo 1, existe una sobrestimación de la edad en los tres métodos. En comparaciones similares a la mostrada en la figura 7, se observa que para el grupo 1,5 los tres métodos subestiman sistemáticamente la edad de Ubelaker. En el grupo 2 los tres métodos se aproximan bien a la edad de Ubelaker, subestimando al utilizar los incisivos de leche y sobrestimando con el resto. En el grupo 3, el método de Liversidge *et al.* subestima la edad de Ubelaker con los dientes de leche y la sobrestima con los permanentes, mientras que el método de Irurita *et al.* se aproxima mejor, subestimando la edad de Ubelaker cuando se utiliza el primer molar de leche. Para el grupo 3 ya no es válido el método de Deutsch *et al.*, y a partir del grupo 4 sólo es aplicable el método de Liversidge *et al.* En el grupo 4 se observa una buena aproximación a la edad de Ubelaker.

Se obtiene la distribución de las medidas de cada diente para cada grupo de edad de Ubelaker teniendo en cuenta el máximo, mínimo, mediana y cuartiles (anexo 6). Esta distribución ofrece la posibilidad de clasificar un diente aislado, mediante su medida, en un grupo de edad de Ubelaker.

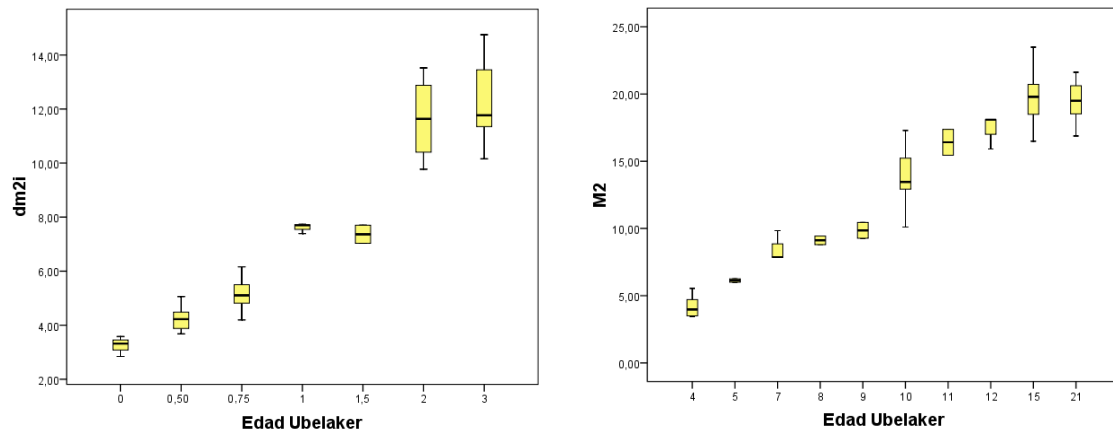


Figura 8: Representación de las medidas obtenidas de los dientes M2 y dm2i.

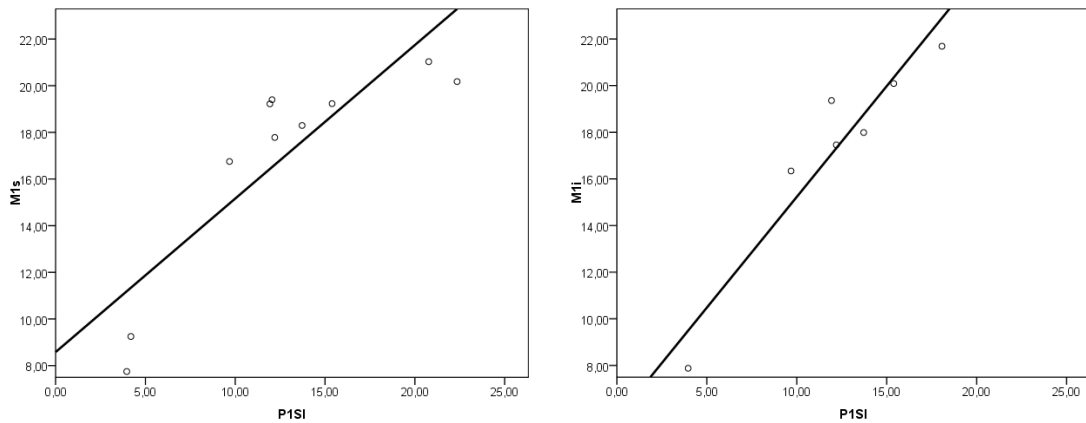
La figura 8 muestra la distribución de los dientes M2 y dm2i. Los dientes de leche presentan un crecimiento en longitud más o menos uniforme durante los dos primeros años. Se encuentra algún caso en el que dos grupos adyacentes presentan medidas similares, por ejemplo, el dm2i presenta medidas similares en los grupos 1 y 1,5. Los incisivos, caninos y primeros molares permanentes presentan un crecimiento en

longitud regular hasta los 9 años, los premolares hasta los 11 años, los segundos molares hasta los 12 años, y los terceros molares hasta los 21 años. Los resultados muestran solapamientos entre grupos. Evidentemente, es necesario tener en cuenta lo reducido de la muestra disponible para este tipo de análisis.

La tabla 4 muestra las ecuaciones obtenidas para la estimación de crecimiento en premolares, obtenidas a partir de las medidas de los gérmenes dentales del primer molar.

Variable dependiente	Variable independiente	N	Modelo: $Y=aX + b$	$R^2$
M1s	P2	14	$P2 = 0,355 \cdot M1s + 13,888$	0,462
M1i	P2	12	$P2 = 0,472 \cdot M1i + 11,599$	0,478
M1s	P1SI	10	$P1SI = 0,658 \cdot M1s + 8,581$	0,743
M1s	P1SD	8	$P1SD = 0,835 \cdot M1s + 5,971$	0,870
M1i	P1SI	7	$P1SI = 0,950 \cdot M1i + 5,729$	0,901
M1i	P1SD	4	$P1SD = 0,817 \cdot M1i + 6,106$	0,817
M1s	P1i	7	$P1i = 0,495 \cdot M1s + 10,554$	0,727
M1i	P1i	8	$P1i = 0,797 \cdot M1i + 7,468$	0,740

*Tabla 4: Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de edad a partir de premolares.*



*Figura 9: Representación de las ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de edad a partir del diente P1SI.*

Las mejores correlaciones obtenidas son para las estimaciones de los dientes P1SD y P1SI (Figuras 9 y 10). Se obtiene la menor correlación para los dientes P2, donde mayor muestra se tiene.

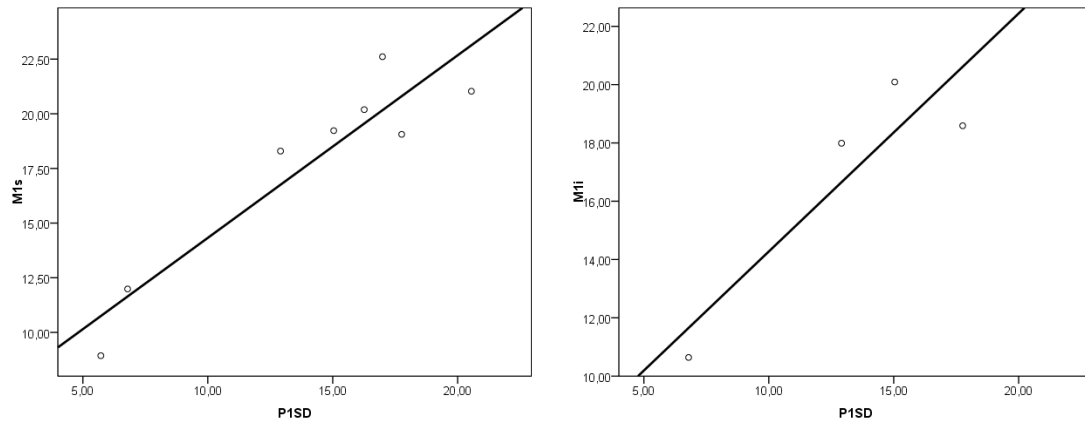


Figura 10: Representación de las ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de edad a partir del diente P1SD.

## DISCUSIÓN

Las diferencias entre los métodos de Ubelaker y de Schour y Massler son mínimas, lo que era esperable al existir pocas diferencias entre las categorías de edad establecidas por ambos autores. Se observa que a partir de los 7 años la clasificación es exactamente igual.

A nivel poblacional no se observan diferencias entre los perfiles de mortalidad de los diferentes métodos atlas, ya que todos presentan el mismo patrón. A partir de esta observación se concluye que la utilización de uno u otro atlas cualitativo no influye en la imagen obtenida a nivel poblacional, por lo que cada investigador puede utilizar el que sea más conveniente. Por este motivo, todos los análisis posteriores se llevan a cabo utilizando el método de Ubelaker (1978) como referencia, al ser este el método más citado en la literatura.

Al no obtener diferencias, se debería considerar, para estudios poblacionales, cambiar la cita al método de Ubelaker (1978) por la de Schour y Massler (1940), ya que es el original y cronológicamente anterior.

El método de AlQahtani *et al.* (2010), reparte a los individuos de los grupos de Ubelaker entre sus grupos anterior y posterior debido a que el punto central del rango de variación es diferente, AlQahtani *et al.* utilizan el punto medio entre dos años

consecutivos. El método de AlQahtani *et al.* precisa la edad a partir de los 12 años, debido a que los grupos 15 y 21 de Ubelaker quedan distribuidos en doce grupos de edad. Debido a esto sería recomendable utilizar el método de AlQahtani *et al.* para estudios en individuos de juveniles.

Como se tiene en cuenta la característica propia de simetría bilateral, las diferencias significativas obtenidas al integrar las variables izquierdas y derechas no eran esperadas. Sí podrían serlo las diferencias entre superior e inferior por la existencia de límites similares en estudios anteriores, como, Liversidge *et al.* (1993), que separaron el segundo incisivo permanente superior e inferior para el cálculo de sus ecuaciones de regresión, e Irurita *et al.* (2013), que separaron el primer molar de leche superior e inferior.

Es esperable que el método cuantitativo que más se aproxime a la edad estimada por el método de Ubelaker (1978) sea el de Irurita *et al.* (2013) por la cercanía espacial de ambas poblaciones, pero en general se aproximan igual este y el método de Liversidge *et al.* (1993). Los resultados revelan que el método de Irurita *et al.* (2013) es el que presenta mayor precisión, al obtener una distribución más uniforme en la estimación de la edad con cada diente, así como un rango de variación menor que los métodos de Deutsch *et al.* (1985) y de Liversidge *et al.* (1993), que presentan estimaciones de edad muy dispares dependiendo del diente utilizado.

La distribución de las medidas de cada diente para cada grupo de edad de Ubelaker ofrece la posibilidad de clasificar un diente aislado, mediante su medida, en un método cualitativo. Gracias a esto, se aumentan las posibilidades existentes con los métodos actuales ante la frecuente situación en osteoarqueología de que un individuo presente uno o muy pocos dientes, algo que limita severamente su posible asignación a los grupos de los métodos atlas. Estas medidas proporcionan una herramienta para asignar al individuo en un grupo de edad concreto de Ubelaker. Debido a que el diente crece de manera natural de forma continua, existe el problema de los solapamientos entre grupos, sobre todo cuando baja el ritmo de crecimiento, por lo que se debe ser cauto en el empleo de estas ecuaciones.

Los datos obtenidos de premolares comienzan alrededor de los 5 años, edades en las que suele haber una muestra escasa, debido a los pocos individuos disponibles, como se observa en la Tabla 3 y las figuras 4 y 5. Este resultado es coherente con lo que cabe

esperar de la estructura de la mortalidad en poblaciones arqueológicas (González, 2008).

A pesar de la no tan alta correlación en el resto de dientes, y del pequeño tamaño muestral en el que se basa este estudio, no queda otro camino que tener en cuenta las fórmulas obtenidas para cada uno de los premolares. Las fórmulas proporcionan una herramienta inédita para la estimación de la edad, ya que ningún método cuantitativo ha contemplado nunca anteriormente a los premolares. Se debe destacar que la fiabilidad del método ( $R^2$ ) es menor cuanto mayor es el tamaño de la muestra, por lo que se propone para el futuro seguir investigando en esta vía para mejorar la precisión de las ecuaciones.

## CONCLUSIONES

- No se observan diferencias en el perfil de mortalidad a nivel poblacional que puedan ser atribuidas a la utilización de uno u otro de los métodos cualitativos.
- El método de AlQahtani *et al.* (2010) es el indicado para la estimación de la edad a partir de los doce años.
- El método de Ubelaker (1978) sobrestima la edad en la cohorte 1, y la subestima de los 9 a los 12 años. En el resto de cohortes, el método de AlQahtani *et al.* (2010) sobrestima o subestima la edad en el grupo anterior o posterior.
- Ningún método cuantitativo aporta la posibilidad de mejorar sustancialmente la precisión del método de Ubelaker (1978).
- El método de Irurita *et al.* (2013) presenta menor rango de variación que los demás métodos cuantitativos, por lo que se sugiere su utilización en poblaciones de nuestras latitudes.
- La clasificación mediante la medida de un diente a partir de ecuaciones basadas en los métodos cualitativos, debe realizarse con cautela, debido a los solapamientos entre grupos, que nos pueden impedir ser concluyentes en la asignación.
- Se establecen ecuaciones de regresión para la estimación de la medida de premolares, cuya longitud se estudia en relación a la de los molares, convirtiéndolos en piezas dentales útiles para las estimaciones cuantitativas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. 2010. Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol* 142:481-490.

AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. 2014. Accuracy of dental age estimation charts: Schour and Massler, Ubelaker and the London Atlas. *Am J Phys Anthropol* 154:70-78.

Álvarez Cáceres R. 1994. Estadística básica y procesamiento de datos con SPSS aplicado a las Ciencias de la Salud. Consejería de Salud C.A.M.

Buikstra JE, Ubelaker DH. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas: Arkansas Archaeological Survey Research Series.

Deutch D, Tam O, Stack MV. 1985. Postnatal changes in size, morphology and weight of developing postnatal deciduous anterior teeth. *Growth* 49: 202-217.

García-Mancuso R, Salceda SA. 2014. Evaluación de diferentes métodos de estimación de edad por desarrollo de la dentición en restos humanos esqueletizados de entre 0 y 6 meses. *Rev Esp Med Legal* 40:133-8.

González A. 1999. Infancia y adolescencia en la Murcia musulmana, estudio de restos óseos. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

González A. 2008. Mitos y realidades en torno a la excavación, el tratamiento y el estudio de los restos arqueológicos no-adultos. En: *Nasciturus: infans, puerulus vobis mater terra: La muerte en la infancia*. Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques: 57-76

Irurita J, Alemán I, Viciano J, De Luca S, Botella MC. 2013. Evaluation of the maximum length of deciduous teeth for estimation of the age of infants and young children: proposal of new regression formulas. *Int J Legal Med* 128(2): 345-352.

Krista, Latham and Finnegan. 2010. *Age Estimation of the Human Skeleton*. Charles C Thomas.

Liversidge HM, Dean MC, Molleson TI. 1993. Increasing human tooth length between birth and 5.4 years. *Am J Phys Anthropol* 90: 307-313.

Scheuer and Black. 2004. *The Juvenile Skeleton*. Elsevier.

Schour I, Massler M. 1940. Studies in tooth development: the growth pattern of human teeth, part II. J Am Dent Assoc. 27(12): 1918-1931.

Schour I, Massler M. 1941. The development of the human dentition. J Am Dent Ass 28: 1153-1160

Smith E L. 1999. A test of Ubelaker's method of estimating subadult age from the dentition. Thesis. University of Texas at Austin.

Ubelaker DH. 1978. Human skeletal remains. Washington: Taraxacum.

White, Balck and Folkens. 2012. Human Osteology. Elsevier.

Willems G. 2001. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. J Forensic Odontostomatol 19: 9-17.



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de la muestra de estudio y valores perdidos (p. 10).

Tabla 2: Número total de observaciones válidas y perdidas (Val/Per) para cada germen dental (p. 11).

Tabla 3: Resumen de las frecuencias de cada grupo de los métodos cualitativos (p. 11).

Tabla 4: Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de edad a partir de premolares (p. 17).

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anatomía dental. A y B: superficies dentales. C: regiones anatómicas. D: estructura interna del diente (Reproducido de White, Black & Folkens, 2012). (p. 4).

Figura 2: Grafico de estimación de la edad del individuo M-16-260 por los seis métodos utilizados, con su media, mediana dispersión (p. 7).

Figura 3: Calibre Mitutoyo Digimatic 500 series modificado para la obtención de la longitud máxima de los gérmenes dentales en calcificación (p. 9).

Figura 4: Perfil de mortalidad hasta los 12 años (p. 12).

Figura 5: Detalle aumentado de la figura 5 entre 0 y 5 años (p. 12).

Figura 6: Clasificación de la muestra en las cohortes 1, 10 y 15 (p. 13).

Fig 7: Comparación entre la estimación de edad mediante Ubelaker y los métodos cuantitativos en cada grupo de edad del primer año (p. 15).

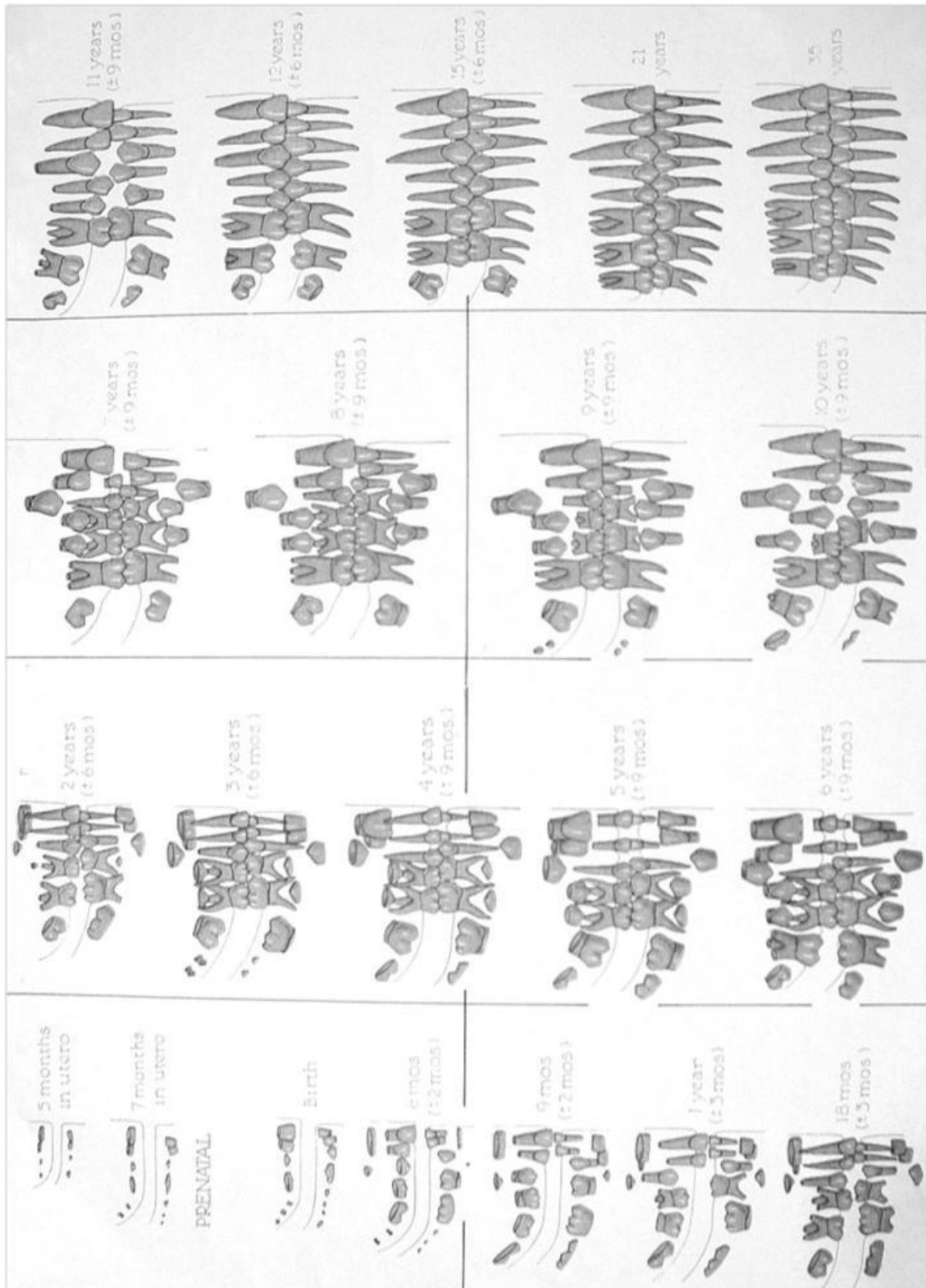
Figura 8: Representación de las medidas obtenidas de los dientes M2 y dm2i (p. 16).

Figura 9: Representación de las ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de edad a partir del diente P1SI (p. 17).

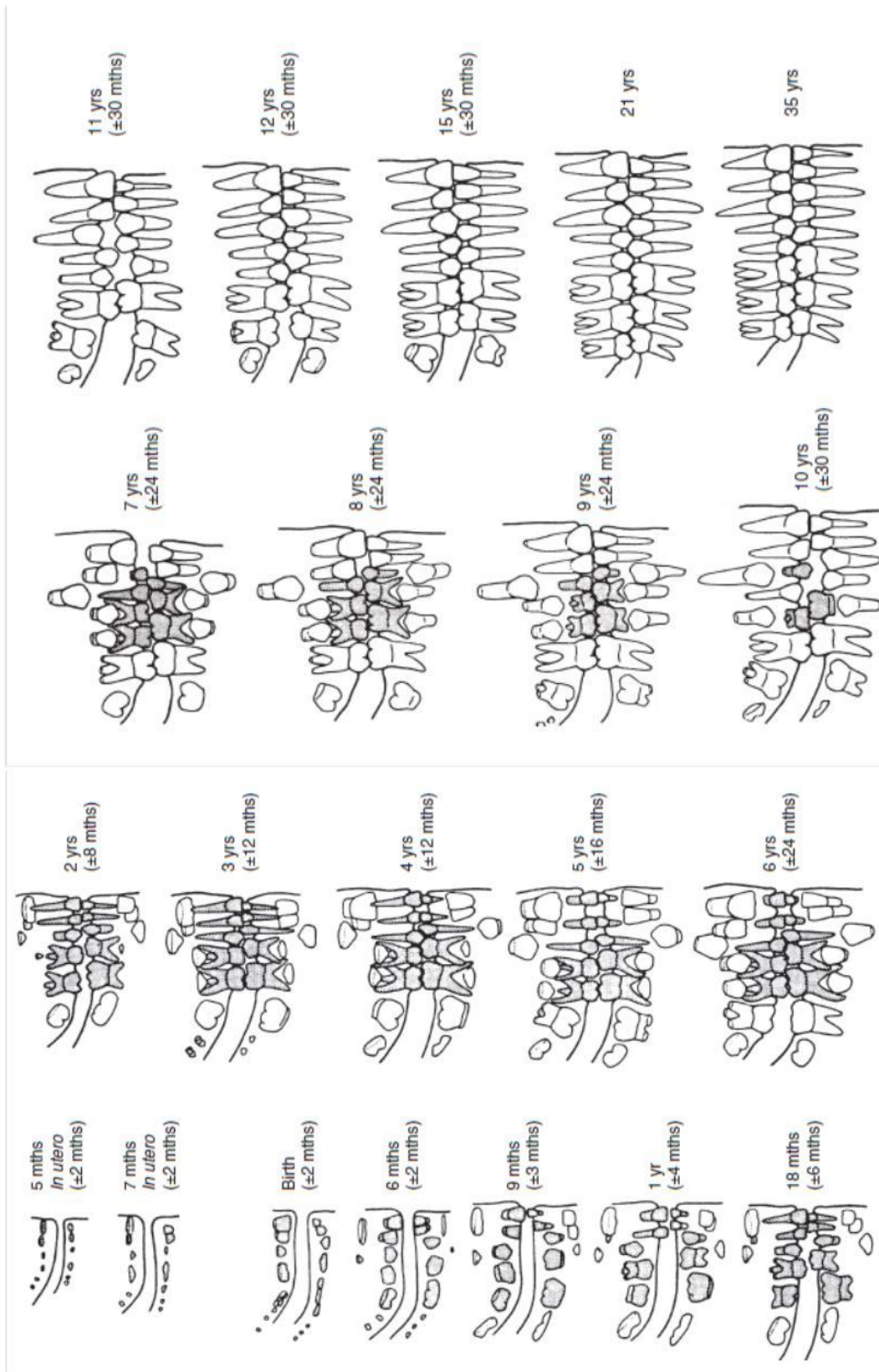
Figura 10: Representación de las ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de edad a partir del diente P1SD (p. 18).

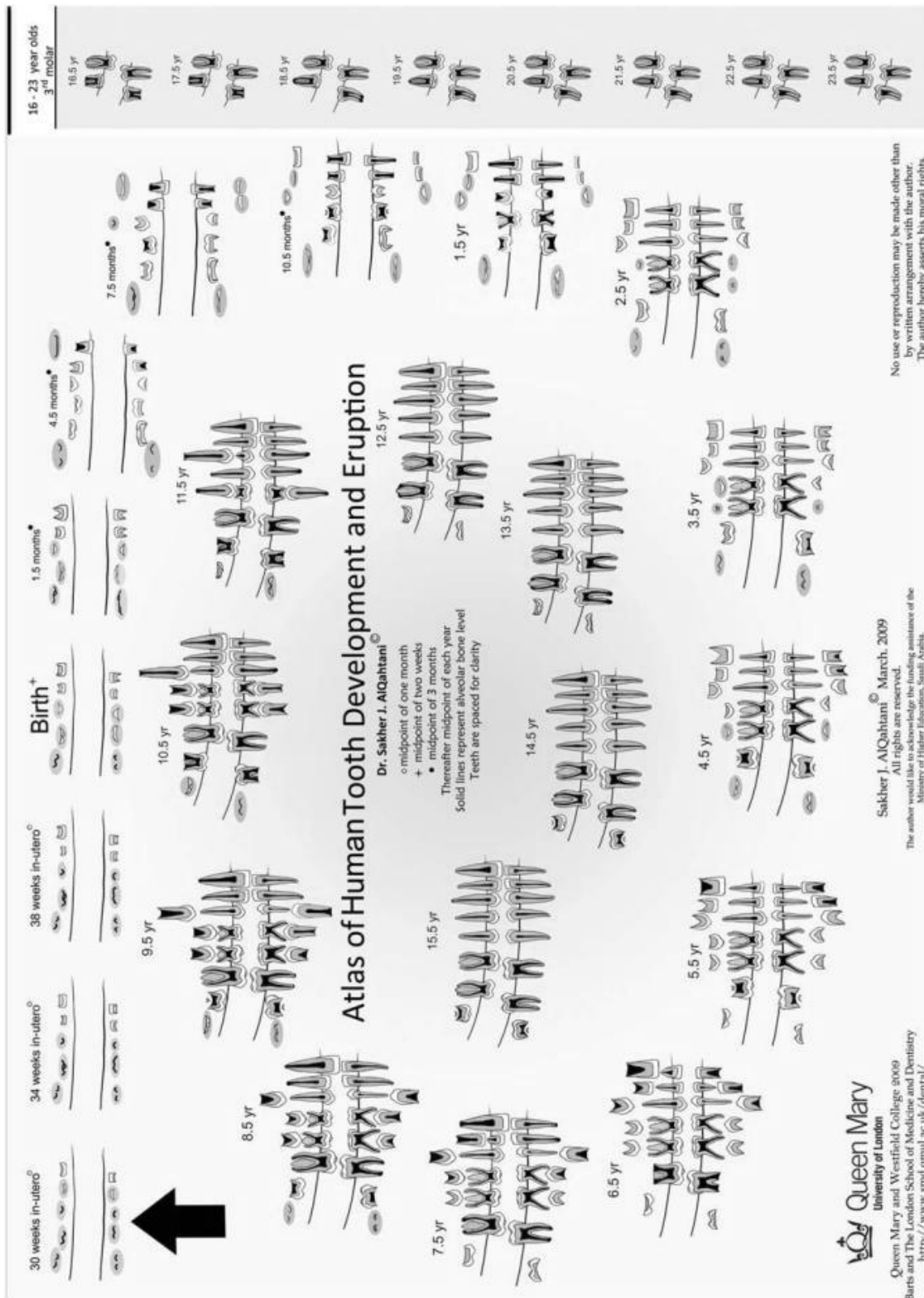
ANEXOS

Anexo 1: Atlas de erupción y desarrollo dental de Schour y Massler (1944).



Anexo 2: Atlas de erupción y desarrollo dental de Ubelaker (1978).





Anexo 4: Ficha de toma de datos.

SUPERIOR IZQUIERDO								SUPERIOR DERECHO										
M3	M2	M1	P2	P1	C	I2	I1	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3			
<b>INDIVIDUO N°</b>  <div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div>			m2	m1	c	i2	i1	i1	i2	c	m1	m2						
			m2	m1	c	i2	i1	i1	i2	c	m1	m2						
M3	M2	M1	P2	P1	C	I2	I1	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3			
INFERIOR IZQUIERDO								INFERIOR DERECHO										

EDAD UBELAKER		NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
		0	Sin información
		33	Agnesia
		333	Retención pieza de leche
		44	Absceso
		55	Piezas rotas cuya longitud no se puede medir
		66	Malposición
		77	Completamente calcificado
		777	Pieza de leche en reabsorción
		88	Piezas incluidas (erupcionadas)
		888	Piezas sin erupcionar (observables en maxila o mandíbula)
		99	Perdido (sin información)
		999	Pérdida premortem con reabsorción parcial
		9999	Pérdida premortem con reabsorción completa
		Medida en mm	Dientes en proceso de calcificación

SUPERIOR IZQUIERDO								SUPERIOR DERECHO										
M3	M2	M1	P2	P1	C	I2	I1	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3			
<b>INDIVIDUO N°</b>  <div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div>			m2	m1	c	i2	i1	i1	i2	c	m1	m2						
			m2	m1	c	i2	i1	i1	i2	c	m1	m2						
M3	M2	M1	P2	P1	C	I2	I1	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3			
INFERIOR IZQUIERDO								INFERIOR DERECHO										

Anexo 5: Resultados obtenidos de los test t y la prueba de Wilcoxon.

	PAR	N	CORRELACIÓN	SIG.	t TEST			Prueba de los rangos de Wilcoxon	
					t	g.l.	SIG (bilateral)	Z	SIG. ASINTOT. (bilateral)
1	M3SI - M3SD	11	0,991	0,000	-1,205	10	0,256	-1,067	0,286
2	M2SI - M2SD	16	0,981	0,000	0,165	15	0,871	-0,052	0,959
3	M1SI - M1SD	15	0,997	0,000	-0,209	14	0,837	-0,341	0,733
4	P2SI - P2SD	8	0,992	0,000	-1,140	7	0,292	-1,682	0,092
5	P1SI - P1SD	4	0,999	0,001	3,372	3	0,043	-1,826	0,068
6	CSI - CSD	5	0,997	0,000	-1,156	4	0,312	-0,944	0,345
7	I2SI - I2SD	3	1,000	0,010	-7,672	2	0,017	-1,604	0,109
8	I1SI - I1SD	10	0,999	0,000	1,268	9	0,237	-1,172	0,241
9	M3II - M3ID	11	0,983	0,000	-0,115	10	0,911	-0,133	0,894
10	M2II - M2ID	15	0,996	0,000	1,994	14	0,066	-1,789	0,074
11	M1II - M1ID	13	0,998	0,000	-0,622	12	0,546	-0,594	0,552
12	P2II - P2ID	5	0,981	0,003	0,065	4	0,951	-0,405	0,686
13	P1II - P1ID	4	0,996	0,004	0,886	3	0,441	-1,095	0,273
14	CII - CID	7	0,999	0,000	-1,729	6	0,134	-1,609	0,108
15	I2II - I2ID	7	1,000	0,000	-0,708	6	0,506	-0,511	0,610
16	I1II - I1ID	13	0,999	0,000	0,116	12	0,909	-1,120	0,263
17	dm2si - dm2sd	8	0,597	0,118	-1,633	7	0,147	-1,680	0,093
18	dm1si - dm1sd	8	0,990	0,000	0,885	7	0,405	-0,420	0,674
19	dcsi - dcsd	7	0,997	0,000	1,050	6	0,334	-0,676	0,499
20	di2si - di2sd	5	0,993	0,001	-1,116	4	0,327	-1,214	0,225
21	di1si - di1sd	6	0,997	0,000	-1,254	5	0,265	-0,943	0,345
22	dm2ii - dm2iid	15	0,998	0,000	0,791	14	0,442	-0,682	0,495
23	dm1ii - dm1iid	10	0,998	0,000	2,143	9	0,061	-1,988	0,047
24	dcii - dcid	6	0,996	0,000	0,695	5	0,518	-0,943	0,345
25	di2ii - di2iid	6	0,994	0,000	-1,675	5	0,155	-1,572	0,116
26	di1ii - di1iid	4	0,980	0,020	-1,683	3	0,191	-1,826	0,068
27	M3s - M3	33	0,994	0,000	1,772	32	0,086	-1,603	0,109
28	M3i - M3	26	0,992	0,000	-1,788	25	0,086	-1,603	0,109
29	M2s - M2	48	0,998	0,000	1,156	47	0,253	-1,200	0,230
30	M2i - M2	46	0,998	0,000	-1,157	45	0,254	-1,200	0,230
31	M1s - M1	55	1,000	0,000	2,021	54	0,048	-2,225	0,026
32	M1i - M1	32	0,999	0,000	-2,065	31	0,047	-2,225	0,026
33	P2s - P2	21	0,997	0,000	0,239	20	0,813	-0,178	0,859
34	P2i - P2	22	0,997	0,000	-0,240	21	0,813	-0,178	0,859
35	P1s - P1	23	0,998	0,000	0,574	22	0,572	-0,674	0,500
36	P1i - P1	20	0,998	0,000	-0,573	19	0,573	-0,674	0,500
37	Cs - C	37	0,999	0,000	-0,190	36	0,850	-0,625	0,532
38	Ci - C	37	0,999	0,000	0,190	36	0,850	-0,625	0,532
39	I2s - I2	19	0,993	0,000	-3,401	18	0,003	-2,547	0,011
40	I2i - I2	34	0,996	0,000	3,039	33	0,005	-2,547	0,011
41	I1s - I1	31	0,999	0,000	1,097	30	0,281	-1,070	0,285
42	I1i - I1	25	0,999	0,000	-1,098	24	0,283	-1,070	0,285
43	dm2s - dm2	26	0,988	0,000	4,387	25	0,000	-3,455	0,001
44	dm2i - dm2	42	0,994	0,000	-3,887	41	0,000	-3,455	0,001
45	dm1s - dm1	24	0,998	0,000	1,785	23	0,087	-1,389	0,165
46	dm1i - dm1	42	0,999	0,000	-1,750	41	0,088	-1,389	0,165
47	dcs - dc	18	0,999	0,000	3,355	17	0,004	-2,934	0,003
48	dci - dc	25	0,999	0,000	-3,107	24	0,005	-2,934	0,003
49	di2s - di2	21	0,996	0,000	-0,261	20	0,797	-0,706	0,480
50	di2i - di2	27	0,997	0,000	0,262	26	0,795	-0,706	0,480
51	di1s - di1	18	0,992	0,000	0,613	17	0,548	-0,524	0,600
52	di1i - di1	15	0,987	0,000	-0,611	14	0,551	-0,524	0,600

Nota: marcados en amarillo la significación menor que 0,05

