



Revista argentina de antropología biológica

ISSN: 1514-7991

ISSN: 1853-6387

Asociación de Antropología Biológica Argentina

Garizoain, Gonzalo; Plischuk, Marcos; Salceda, Susana Alicia; García, Marcela Nilda
Evaluación de dos modelos de estimación de la edad basado en medidas
de translucidez dentinal de la raíz en caninos inferiores permanentes
Revista argentina de antropología biológica, vol. 24, núm. 1, 046, 2022, Enero-Junio
Asociación de Antropología Biológica Argentina

DOI: <https://doi.org/10.24215/18536387e046>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382269990005>





- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEM  redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Evaluación de dos modelos de estimación de la edad basado en medidas de translucidez dentinal de la raíz en caninos inferiores permanentes

Evaluation of two age estimation models based on root dentine translucency measurements in permanent lower canines

 Gonzalo Garizoain^{1*} |  Marcos Plischuk² |  Susana Alicia Salceda³
 Marcela Nilda García⁴

1) CONICET. Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A". Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina. **2)** CONICET. Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A". Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina. **3)** CONICET. División de Antropología. Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Buenos Aires. Argentina. **4)** Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A". Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina.

REVISTA ARGENTINA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

Volumen 24, Número 1
Enero-Junio 2022

Financiamiento: Beca Doctoral CONICET. Universidad Nacional de La Plata (Análisis de la variación histomorfológica del esqueleto durante la ontogenia. Implicancias en el estudio de la osteobiología humana. Segunda Parte. Proyecto M218).

*Correspondencia a: Gonzalo Garizoain. Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A", Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 120 s/n La Plata (1900), Provincia de Buenos Aires, Argentina. E-mail: gonzagarizoain@gmail.com

RECIBIDO: 12 Febrero 2020

ACEPTADO: 28 Septiembre 2021

<https://doi.org/10.24215/18536387e046>

e-ISSN 1853-6387

<https://revistas.unlp.edu.ar/raab>

Entidad Editora
Asociación de Antropología Biológica
Argentina

Resumen

La edad cronológica es una de las características que puede estimarse mediante el análisis de los dientes. Algunos de los métodos más utilizados para su estimación, tal como el basado en la translucidez de la dentina, emplean variables continuas, por lo que suelen aplicar regresiones lineales. Sin embargo, es conocido que muchos indicadores morfológicos varían de manera no lineal con respecto a la edad. En este sentido ha sido demostrado que en ciertos segmentos de la distribución de datos la edad no se ajusta de manera precisa a la recta de la regresión. A raíz de la problemática suscitada, se analizarán en este trabajo dos modelos de estimación de la edad basados en regresiones, una lineal y otra logarítmica. En primer lugar, se generaron los modelos a partir de medidas de translucidez de la raíz en caninos inferiores permanentes a partir del método propuesto por Lamendin, para lo cual se tomó una muestra de dientes pertenecientes a restos esqueléticos de la colección Lambre (La Plata, Argentina). Posteriormente dichos modelos se evaluaron en una muestra independiente (colección Museo Anatómico, Valladolid, España). La edad resultó ser un factor de incidencia en las estimaciones, aumentando el error en los individuos de edades avanzadas. Por otro lado, el modelo logarítmico presentó menores errores en las estimaciones aplicado a la muestra general. Rev Arg Antrop Biol 24(1), 2022. <https://doi.org/10.24215/18536387e046>

Keywords: regresiones lineales, regresiones logarítmicas, translucidez dental

Abstract

Age is one of the biological characteristics that can best be estimated by tooth analysis. In adult individuals, one of the most relevant age indicators is the translucency of the dentine. Age estimation methods using continuous variables are often based on linear regressions. It is well known that many of these indicators increase with age, but not linearly. In this sense, it has been demonstrated that, in certain segments of the data distribution, age is adjusted to the straight line of the regression, while in others the adjustment is not so linear. As a result of this problem, two models of age estimation based on regressions (linear and logarithmic) were analysed from root translucency measurements in permanent lower canines, from their development in a sample from a local population (Lambre collection, FCM-UNLP), to their subsequent evaluation in a different sample (Anatomical Museum collection, University of Valladolid). Results of the validation of both models showed a better overall performance of the logarithmic model. Age proved an important factor in the estimates, with an increase of the error in older individuals. On the other hand, the logarithmic model showed smaller errors in the estimates, when applied to the overall sample. *Rev Arg Antrop Biol* 24(1), 2022. <https://doi.org/10.24215/18536387e046>

Palabras Clave: linear regressions, logarithmic regressions, dental translucency

Los dientes son los elementos del sistema esquelético que presentan mayor grado de preservación (Hillson, 1996; 2014; Meinel *et al.*, 2007; Prince y Konigsberg, 2008). De los parámetros biológicos que se pueden estimar a partir del análisis dental, la edad cronológica es uno de los que ofrecen resultados más precisos (Hilson, 1996; Miles, 1963). Probada es su precisión y exactitud en la estimación de la edad de muerte en subadultos, como lo evidencian aquellos métodos basados en el desarrollo y la maduración dentarios (Dermijian, 1986; Dermijian y Goldstein 1973; Dermijian *et al.*, 1973; Saunders *et al.*, 1993), las variables odontométricas (Aka *et al.*, 2009; Cardoso, 2007; Cardoso *et al.*, 2016; 2019; Irurita Olivares *et al.*, 2014; Liversidge *et al.*, 1993) y, por último, los marcadores microestructurales de crecimiento (Birch y Dean, 2014; Huda y Bowman, 1995; Mahoney, 2011; Nava *et al.*, 2017). A partir del trabajo de Gustafson (1950), numerosas propuestas han evaluado la utilidad de diversos indicadores de la edad en individuos que finalizaron su crecimiento y desarrollo, entre los cuales destacan (por sus resultados obtenidos) los que analizan la translucidez dentinal radicular a partir de cortes delgados (Bang y Ramm, 1970; Singhal *et al.*, 2010; Solheim, 1989; Solheim y Sundnes, 1980; Thomas *et al.*, 1993) o preservando la integridad del diente (Foti *et al.*, 2001; Garizoain *et al.*, 2020; González-Colmenares *et al.*, 2007; Kvaal y Solheim, 1994; Lamendin, *et al.*, 1992; Parra *et al.* 2020; 2021; Prince, 2004; Prince y Ubelaker, 2002; Prince y Konigsberg, 2008; Sarajlic *et al.* 2006; Zorba *et al.*, 2018).

Una particularidad compartida por la mayoría de los métodos de estimación de la edad basados en variables continuas es el modelo estadístico utilizado. En individuos adultos, la relación entre la edad cronológica (y) y el indicador de la edad (x) suele ser expresada como la ecuación de una recta. Sin embargo, es conocido que muchos de estos indicadores aumentan en su valor con la edad, pero no de manera lineal (Cappella *et al.*, 2017; Katz y Suchey, 1989; Prince y Konigsberg, 2008). Esto ocasionaría un ajuste diferencial de los datos a la línea de regresión, provocando en última instancia una menor precisión del método (Nawrocki, 2010). Asimismo, este problema se traduce en una tendencia a sobreestimar la edad en individuos jóvenes y subestimarla en individuos de edades avanzadas, incrementando el error en las estimaciones en

estos grupos etarios (Aykroyd *et al.*, 1997; Capella *et al.*, 2017; Cunha *et al.*, 2009; Franklin, 2010; Garizoain, 2019; Garizoain *et al.*, 2020; González-Colmenares, 2007; Nawrocki, 2010; Prince, 2004; Prince y Ubelaker, 2002; Ritz-Timme *et al.*, 2000; Solheim y Sundnes 1980; Wegener y Albrecht 1980). Esta tendencia, definida por Nawrocki (2010) como *efecto trayectoria*, resulta inherente a la estimación de edad en individuos adultos y no puede ser eliminada, por lo que uno de los principales objetivos de los estudios de índole metodológica es buscar alternativas que minimicen su impacto (Nawrocki, 2010; Parra *et al.*, 2020; Prince y Konigsberg, 2008).

Dada la necesidad de contar con metodologías más precisas que disminuyan el error en las estimaciones y los problemas que surgen de la utilización de regresiones lineales, en las últimas décadas se han llevado a cabo investigaciones que analizan alternativas (Cardoso *et al.*, 2014; Parra *et al.*, 2020; Prince y Konigsberg, 2008; Prince y Ubelaker, 2002). Ejemplo de esta clase de estudios son los que exploran opciones a través de la calibración de las regresiones lineales (Aykroyd *et al.*, 1997, 1999; Prince y Konigsberg, 2008) o la metodología bayesiana, la cual ofrece estimaciones más certeras y errores más realistas (Aykroyd *et al.*, 1999; Parra *et al.*, 2020; 2021; Prince y Ubelaker, 2002).

En el marco de esta problemática, el objetivo del presente trabajo es generar dos modelos de estimación de la edad basados en regresiones, una lineal y otra logarítmica y luego evaluar su precisión y exactitud en una muestra de individuos adultos. Para lograr el objetivo propuesto, se generaron los modelos mencionados a partir del método de translucidez radicular de la dentina en caninos inferiores permanentes (Lamendin *et al.*, 1992) en una muestra proveniente de la ciudad de La Plata (Argentina). Posteriormente los modelos generados fueron puestos a prueba en otra muestra de dientes provenientes de restos de los cementerios de Valladolid y Palencia (España) para comparar los resultados entre ambos modelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se analizaron muestras esqueléticas pertenecientes a dos colecciones osteológicas documentadas. Los esqueletos que conforman la colección Lambre (Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata) provienen del Cementerio Municipal de La Plata (La Plata, Argentina) y corresponden a individuos fallecidos entre mediados y finales del siglo XX (Plischuk *et al.*, 2020). Por otro lado, los restos que conforman la colección Museo Anatómico (Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, España) corresponden a individuos fallecidos entre las décadas de 1980-2000 en las ciudades españolas de Palencia y Valladolid (Santos Pérez, 2017). Ambas colecciones poseen información documental asociada (edad, sexo, fecha de muerte, entre otras), obtenida a partir de datos provenientes de las actas de los cementerios de origen.

En cada colección se seleccionaron dos muestras de caninos inferiores (Fig. 1). Para la generación de los dos modelos de regresiones (lineal y logarítmica) se utilizó una muestra de caninos permanentes pertenecientes a 62 individuos con edades comprendidas entre los 23 y 90 años de edad (media de edad=55,28 años; mediana=57,00 años) provenientes de la colección Lambre. Por otro lado, la evaluación de los modelos generados en la colección Lambre fue realizada en una muestra de caninos permanentes provenientes de 39 individuos con un rango de edad de 35-88 años (media de edad=67,82 años; mediana=70,00 años) pertenecientes a la colección Museo Anatómico.

La translucidez dentinal radicular es un rasgo observable que se produce como consecuencia de la precipitación hacia el interior de la parte activa del odontoblasto de cris-

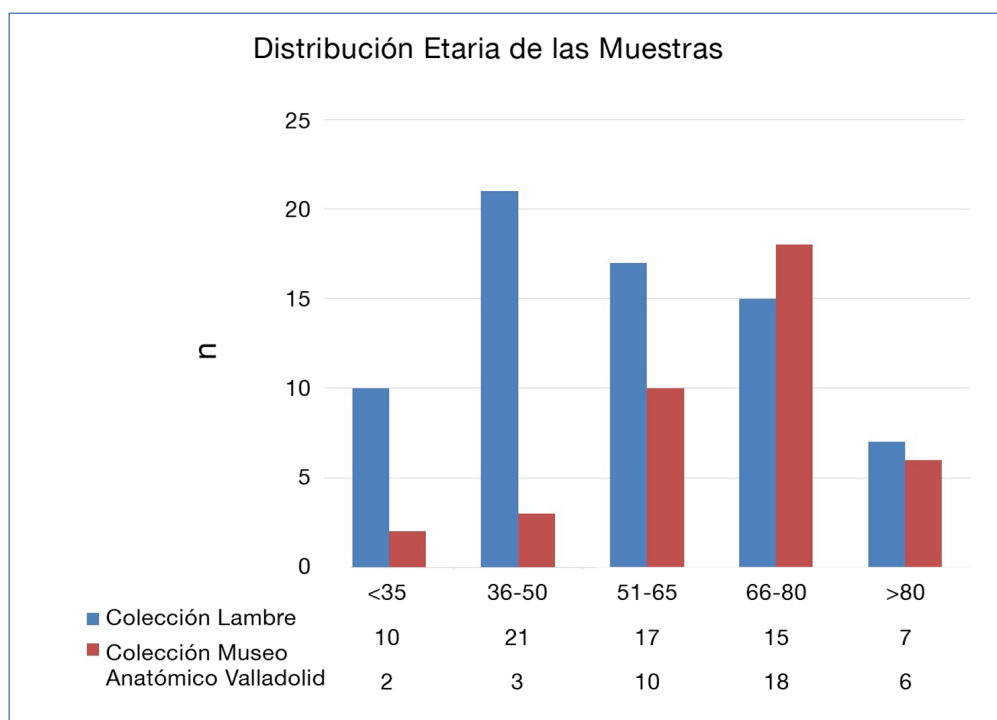


FIGURA 1. Distribución etaria de las muestras incluidas en el presente estudio. La muestra proveniente de la colección Lumbre (rojo), es la utilizada para generar las regresiones lineales y logarítmicas. Por el contrario, la muestra proveniente de la colección “Museo Anatómico Valladolid”, es la utilizada para evaluar dichas regresiones.

tales de hidroxiapatita contenidos en la dentina peritubular (Burke y Samarawickrama, 1995; Garizoain, 2019; Kinney *et al.*, 2005; Lamendin *et al.*, 1992; Megyesi *et al.*, 2006; Sengupta *et al.*, 1998). Esto genera que, al ser sometida a un haz de luz, se produzca un efecto de translucidez. Esta variable, junto con la longitud de la raíz, fueron medidas de acuerdo a la técnica propuesta por Lamendin *et al.* (1992), sobre la superficie labial de forma macroscópica en el diente intacto, utilizando calibre digital Mitutoyo (precisión 0,01mm) y un negatoscopio LED como fuente lumínica para poder visualizar la zona translúcida de la raíz. La translucidez se mide desde el ápice radicular hasta donde alcanza la máxima extensión de la zona translúcida de la raíz, sobre el eje medio del diente en vista labial. Por otro lado, la longitud de la raíz, definida como la distancia máxima entre el ápice de la raíz y la línea de unión cemento-esmalte, es medida sobre el eje medio del diente sobre la superficie labial.

A partir de las medidas de translucidez y longitud de la raíz, se estimó el valor de T para la superficie labial. T representa el total de la superficie translúcida de la raíz en función de la longitud de la misma (Lamendin *et al.*, 1992). El mismo es calculado de acuerdo de la siguiente manera:

$$T = (\text{Transludidez labial}) * 100 \text{ Long. Raíz}$$

En cuanto al análisis de error intra e inter-observador, estudios previos no mostraron discrepancias estadísticamente significativas (Garizoain, 2019). Asimismo, los coeficientes de correlación intraclase reportaron una elevada correlación entre ambos conjuntos de mediciones, reafirmando la confiabilidad y reproducibilidad de las mismas (Garizoain, 2019). Respecto a los modelos generados, el primero se realizó aplicando una regresión lineal mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, mientras que el segundo corresponde a una regresión logarítmica (*linear-log model*),

en el cual se aplica una transformación logarítmica a la variable independiente a fin de lograr la linealidad entre ambas variables (Cleophas y Zwinderman, 2016). Por otro lado, los análisis de las estimaciones de la edad se realizaron de forma general (tomando todas las estimaciones en su conjunto) y por cohortes etarias, (35-50; 51-65; 66-80 y >81) ya que se ha demostrado que la edad es un factor de injerencia en las estimaciones (Garizoain *et al.*, 2020). Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software estadístico SPSS 23.0 con un nivel de significación de 0,01.

Consideraciones éticas

El presente estudio cuenta con el aval del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata (COBIMED 2012). Por otro lado, el manejo y estudio de restos óseos humanos necesario para el desarrollo de este trabajo siguen los lineamientos nacionales e internacionales (Aranda *et al.*, 2014).

RESULTADOS

Se evaluó la normalidad en la distribución de las variables por medio del test estadístico de *Shapiro-Wilk* encontrándose que los mismos siguen una distribución normal, lo que implica que la estadística utilizada en el presente trabajo para el tratamiento de los datos es paramétrica (Tabla 1). En cuanto al grado de correlatividad entre la edad cronológica y T (translucidez) en la muestra proveniente de La Plata, el coeficiente de correlación de *Pearson* calculado fue de 0,62 ($p < 0,00$). Esta significación en la correlación entre estas variables, habilita la inclusión de ambas en modelos predictivos de la edad.

Tabla 1. Resultados de la prueba de normalidad

	n	w	p
Translucidez	62	0.96	0.15
Long. Raíz	62	0.96	0.16

Generación de modelos de regresión predictores de la edad en la muestra de la colección Lambre

Se generaron dos modelos de regresión a partir de los datos analizados. El primero de ellos corresponde a una regresión lineal que permite predecir la edad en función del valor de T y cuya ecuación adopta la siguiente forma:

$$Edad = Tlabial * 0,71 + 29,9$$

El error estándar de las estimaciones (E.E.E) para esta fórmula fue de 12,48, mientras que el R^2 de la misma fue de 0,38.

El segundo modelo, correspondiente a una regresión logarítmica, presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0,37, mientras que el E.E.E, es de 12,57. En cuanto a la fórmula predictora de la edad, la misma adopta la siguiente forma:

$$Edad = LnTlabial * 25,63 - 34,39$$

Aplicación de los modelos generados en la muestra de la colección Museo Anatómico (Valladolid, España)

En cuanto a la evaluación del rendimiento de las ecuaciones desarrolladas se utilizó un test de *t* de *Student* para muestras relacionadas a fin de comparar las diferencias entre edad estimada y edad documentada. Las mismas fueron estadísticamente significativas para ambos modelos ($t_{\text{lineal}}=3,62$ gl=38 $p=0,00$; $t_{\text{logarítmica}}=2,08$ gl=38 $p=0,04$). En cuanto al sesgo e imprecisión en las estimaciones utilizando el modelo de regresión logarítmica, los resultados fueron de -4,25 y 9,68 años respectivamente. Por el contrario, la utilización de una regresión lineal evidenció un sesgo e imprecisión en las estimaciones de -7,79 y 11,87 años respectivamente. Asimismo, al comparar las edades estimadas a partir de los modelos generados (logarítmico y lineal), la media de las diferencias en las estimaciones fue de 3,54 años, siendo estadísticamente significativa ($t=9,69$ $p=0,00$). Por otro lado, se logró una mayor cantidad de estimaciones correctas de la edad utilizando el modelo de regresión logarítmica (Tabla 2).

Al segmentar los resultados de las estimaciones por cohortes etarias se encontraron diferencias en el rendimiento de los dos modelos de regresión. En primera instancia, al comparar las medias de las diferencias entre las edades estimadas y documentadas en cada cohorte etaria los resultados no difirieron entre los modelos de regresión utilizados (Tabla 3). En las cohortes de individuos más jóvenes (35-50) las diferencias entre edades no fueron estadísticamente significativas. Por el contrario, en aquellos individuos de edades más avanzadas, las edades difirieron significativamente. Los resultados respecto al sesgo e imprecisión en las estimaciones según la cohorte etaria se exponen en la Tabla 4. Como puede observarse, en la regresión lineal se parte de un sesgo de 6,65 años (sobreestimación de la edad), que disminuye hasta valores inferiores a un año de error en las décadas siguientes. Luego en los grupos de edad superiores se observa que el sesgo aumenta con una tendencia a la subestimación de la edad. En cuanto a la imprecisión de las estimaciones, este modelo produce errores de una magnitud menor a los diez años en las cohortes etarias más jóvenes (35-50;

Tabla 2. Porcentajes de estimaciones de la edad correctas realizadas sobre la muestra de Valladolid, para los modelos Lineal y Logarítmico

	Correctas		Incorrectas	
	n	%	n	%
Lineal	26	66.66%	13	33.34%
Logarítmica	30	76.93%	9	23.07%

Tabla 3. Resultados de la prueba de *t* de student para muestras emparejadas donde se compara la edad estimada y edad cronológica sobre la muestra de Valladolid, por grupos de edad

Comparación edad estimada-edad cronológica					
	Grupo edad	35-50	51-65	66-80	81+
R. Lineal	t	-1.26	0.23	4.63	3.8
	n	5	10	18	6
	p	0.27	0.81	0,00*	0,01*
R. Logarítmica	t	-1.58	-1.41	3.65	3.76
	n	5	10	18	7
	p	0.18	0.19	0,00*	0,01*

51-65), incrementándose en los últimos dos grupos de edad. Por otro lado, las regresiones logarítmicas evidencian un sesgo tendiente a la sobrestimación de la edad en los primeros dos grupos, revirtiéndose esta tendencia en las cohortes subsiguientes. En cuanto a la magnitud del error (imprecisión), esta es de 10,56 años en la cohorte más joven, disminuyendo en los grupos subsiguientes hasta aumentar y superar los 10 años de error en el grupo de edad de individuos mayores a 80 años. Como se observa en la [Tabla 5](#), en las regresiones lineales se obtuvieron porcentajes de estimaciones correctas superiores al 75% en las cohortes de individuos de 35-50 y 51-65. Por otro lado, en las regresiones logarítmicas estos resultados de estimaciones correctas fueron alcanzados en las cohortes de 51-65 y 66-80 ([Fig. 2](#)).

Tabla 4. Resultados de sesgo e imprecisión en las estimaciones realizadas en la muestra de Valladolid, por grupo de edad

		35-50	51-65	66-80	81+	Total
R. Lineal	Sesgo	6.65	-0.61	-11.03	-22.08	-7.79
	Imprecisión	9.38	6.75	12.02	22.07	11.87
R. Logarítmica	Sesgo	9.45	3.36	-7.54	-18.47	-4.25
	Imprecisión	10.56	3.36	8.14	18.47	9.68

Tabla 5. Porcentajes de estimaciones de la edad correctas realizadas sobre la muestra de Valladolid, por grupo de edad

		35-50	51-65	66-80	81+
R. Lineal	Correctas	80%	100%	55.55%	33.33%
R. Logarítmica	Correctas	60%	90%	88.88%	33.33%

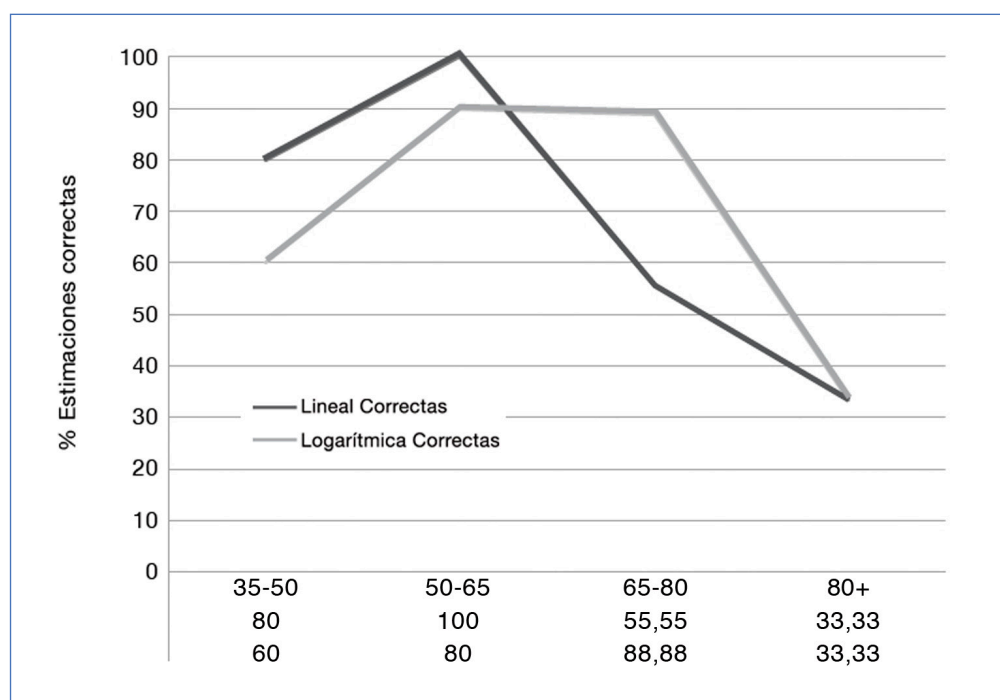


FIGURA 2. En la figura se muestra la variación de los porcentajes de estimaciones correcta de la edad en los diferentes grupos de edad analizados, realizadas sobre la muestra de Valladolid. La línea gris oscura corresponde a los resultados obtenidos de la regresión lineal y la línea gris clara a la regresión logarítmica.

DISCUSIÓN

El análisis de correlación de *Pearson* evidenció que la translucidez radicular de la dentina aumenta de manera significativa con la edad. Asimismo, los valores obtenidos resultaron similares a aquellos reportados por otras investigaciones, ubicándose dentro del grado de variación interpoblacional que presenta la correlación entre esta variable y la edad (Drusini *et al.*, 1991; Martrille *et al.*, 2007; Parra *et al.*, 2021).

En cuanto a las regresiones logarítmicas y lineales generadas en la colección Lumbre, los coeficientes de determinación obtenidos fueron similares. Si bien los valores de los R^2 fueron bajos, estos resultan equiparables a los reportados por otros autores (Ackerman y Steyn, 2014; Brkic *et al.*, 2006; Ermenc, 1997; Foti *et al.*, 2001; Prince y Ubelaker, 2002), e incluso levemente superiores al obtenido por Lamendin y colaboradores (1992) en su propuesta original del método ($R^2= 0.33$). Ambos modelos presentaron diferencias estadísticamente significativas entre edades estimadas y documentadas, además de diferir entre ellos en las edades calculadas. Sin embargo, los valores del sesgo e imprecisión en las estimaciones en el caso del modelo logarítmico resultan aceptables en términos de la exigencia para la práctica forense (Capella *et al.*, 2017; Cunha *et al.*, 2009; Nawrocki, 2010), y menores en comparación a los errores obtenidos a partir del modelo de regresión lineal. La existencia de errores bajos en la estimación, pero con diferencias estadísticamente significativas entre edades estimadas y cronológicas, es un fenómeno que ha sido reportado en otros estudios (González-Colmenares *et al.*, 2007; Prince, 2004). Un caso que ejemplificaría lo mencionado anteriormente es el análisis llevado a cabo por González-Colmenares *et al.* (2007), quienes aplicando el mismo método sobre una muestra española reportan una media de error muy baja (1,29 años) y un error estándar en las estimaciones de 3,09, y, sin embargo, obtienen diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre edad estimada y documentada. Es necesario destacar que el solo hecho de encontrar diferencias en las estimaciones en la muestra general, no es motivo suficiente para invalidar la utilización de un determinado método, aunque sí es evidencia de su baja robustez, es decir, un pobre ajuste del modelo a los datos que se intentan predecir. En este sentido es necesario profundizar el análisis considerando factores como la procedencia, edad, sexo, entre otros, que puedan estar incidiendo en la baja precisión de dicho método. Si se considera la edad cronológica, es posible observar que solo entre los 35 y 65 años sería recomendable estimar la edad utilizando los modelos desarrollados en el presente estudio. Actualmente existen otros indicadores que han probado ser de utilidad para la estimación de la edad y que suelen de mayor utilización en la práctica forense, como lo son la sínfisis púbica, carilla auricular del ilion o la carilla esternal de las costillas (Brooks y Suchey, 1990; Buckberry y Chamerlain, 2002; Yoder *et al.*, 2001), los cuales en líneas generales ofrecen mejores resultados en individuos menores a 50 años. En caso de individuos mayores a 50 años los métodos tienden a aumentar considerablemente el error, aunque en los últimos años se han presentado propuestas alternativas que ofrecen resultados aceptables en las estimaciones en individuos mayores a 50 años (Desántolo, 2012; Parra *et al.*, 2021). No obstante, en los siguientes párrafos desarrollaremos la influencia de los factores mencionados anteriormente, entre ellos la edad, y el impacto que tienen en la metodología analizada en el presente estudio.

En relación al sexo, numerosos estudios han reportado que no existen diferencias en las estimaciones en función de dicha variable (Foti *et al.*, 2001; Garizoain *et al.*, 2021; González-Colmenares *et al.*, 2007; Parra *et al.*, 2020; Ubelaker y Parra, 2008). En líneas ge-

nerales, aquellos estudios que reportan diferencias sexuales en la estimación de la edad a partir de este indicador suelen mostrar una distribución etaria desigual; por ejemplo, en algunos casos el subconjunto de individuos femeninos está conformado por individuos adultos medios, donde estos métodos dan buenos resultados, mientras el de individuos masculinos lo está por individuos adultos mayores, donde los resultados son inexactos e imprecisos.

En cuanto a la influencia poblacional en las estimaciones, la mayoría de los estudios que se han realizado con esta clase de metodología coinciden en reportar que su impacto es mínimo (González-Colmenares *et al.*, 2007; Prince y Konigsberg, 2008; Prince y Ubelaker, 2002; Sarajlic *et al.*, 2006; Ubelaker y Parra, 2008). Una posible explicación a las diferencias halladas entre edad estimada y documentada en la colección de Valladolid puede deberse a las diferencias en la composición de ambas muestras. Es pertinente resaltar que la media y mediana de la edad de la muestra proveniente de Valladolid son de 67,82 y 70,00 respectivamente, mientras que la muestra argentina presenta una media de edad de 55,28 y una mediana de 57,00 años. Precisamente, el hecho de que la muestra española esté principalmente conformada por individuos de edades avanzadas, donde las estimaciones tienden a ofrecer los mayores errores, estaría incidiendo para que la diferencia entre edades estimadas y documentadas resulte significativa. La posibilidad de que las diferencias en las estimaciones de la edad halladas en la muestra de Valladolid, se deban aspectos muestrales y no a una variación interpoblacional en el comportamiento de la translucidez, posibilitaría sostener la idea planteada por Ubelaker y Parra (2008) y por Parra *et al.* (2021), quienes sostienen que, si bien fórmulas específicas para cada población ofrecen resultados más exactos, las diferencias poblacionales y regionales en la translucidez dentinal radicular impactan poco en la precisión de estimaciones realizadas a partir de metodologías basadas en este rasgo, por lo que una fórmula generada en una población determinada es posible que sea utilizada en otra distinta (Ubelaker y Parra 2008).

Como ha sido mencionado anteriormente, la edad documentada no debe descartarse como factor de influencia en las estimaciones (Garizoain, 2019; Jousset *et al.*, 2006; Megyesi *et al.*, 2009; Meinel *et al.*, 2007; Nawrocki, 2010; Prince, 2004; Prince y Konigsberg, 2008; Prince y Ubelaker, 2002). Por tal motivo estas deben ser analizadas considerando este factor, a fin de considerar las diferencias que pueden suscitarse en los distintos grupos etarios. En este sentido se encontró que la diferencia en las medias entre edades estimadas y documentadas evidenció una tendencia a un mayor error en relación con el aumento de la edad. Estos resultados coinciden con aquellos obtenidos en estudios realizados tanto sobre la colección Lambre (Tabla 6) (Garizoain, 2019; Garizoain *et al.*, 2020), donde se validó la propuesta de Lamendin *et al.* (1992), como aquellos realizados en otras muestras (Baccino *et al.*, 2014; Jousset *et al.*, 2006; Megyesi *et al.*, 2009; Meinel *et al.*, 2007; Prince 2004; Prince y Ubelaker, 2002; Ribeiro Lopes *et al.*, 2014). Una explicación al aumento del error en individuos de edades avanzadas se relacionaría con el proceso fisiológico que origina la translucidez dentinal radicular. El mismo es explicado por un aumento de la mineralización hacia el interior de los túbulos dentinarios. Hawkinson y Eisenmann (1983) proponen que este cierre no se debería únicamente por la precipitación pasiva de hidroxapatita, sino también al rol activo de los odontoblastos en la mineralización intratubular. Su actividad estaría asociada a la modificación del medio intratubular a partir del transporte de sustancias favoreciendo el desarrollo de cristales de hidroxapatita (Hawkinson y Eisenmann 1983). Considerando que el envejecimiento de los odontoblastos conduce a una disminución funcional de su actividad, ya sea en términos de formación

de dentina o su actividad mineralizadora (Couve *et al.*, 2013), con el paso del tiempo el incremento de translucidez de la dentina radicular se produciría a un menor ritmo. Esto ocasionaría la baja o ausencia de correlación entre la translucidez de la dentina y la edad en individuos de edades avanzadas. El impacto de la disminución funcional de los odontoblastos en la estimación de la edad se observa al segmentar los resultados en cohortes, donde en los grupos de mayor edad se produciría una meseta, fenómeno que ha sido descrito en otros indicadores de la edad y que describiría mejor un modelo de regresión logarítmica (Suzuki *et al.*, 2013). Como se observa en las Tablas 3 y 4, en las cohortes de individuos de 35-50 y 51-65, la comparación entre edades estimadas y documentadas no resultó en diferencias estadísticas significativas, mientras que en las de 66-80 y 81+ ocurre lo contrario. Asimismo, es posible observar el incremento del error en las estimaciones con la edad (Tabla 4), lo que confirma la ineficacia de estos métodos en individuos adultos mayores. Por otro lado, en la Fig. 2 los resultados coinciden con esta tendencia, ya que el porcentaje de estimaciones correctas disminuye con la edad. Estos resultados, sumado a la variación en los errores en las estimaciones por grupo de edad, pone de manifiesto el impacto de este factor. Asimismo, los cambios en la tendencia del sesgo en cada grupo coinciden con el efecto trayectoria (Nawrocki, 2010), por lo que estos resultados concuerdan con su postulado. Como puede observarse, este fenómeno es indistinto al modelo utilizado para estimar la edad, aunque se observan algunas diferencias entre ambos que serán discutidas a continuación.

Al considerar los análisis realizados sobre las estimaciones hechas en la muestra de Valladolid, es posible delinear algunas diferencias en el rendimiento en la estimación de la edad entre regresión lineal y logarítmica, lo cual constituye uno de los ejes centrales del trabajo. El modelo logarítmico presentó un sesgo e imprecisión menor comparado con las regresiones lineales, al considerar la muestra en su totalidad. Esto nos indica que las estimaciones realizadas utilizando el modelo logarítmico, ofrecen resultados más exactos y con valores inferiores a una magnitud de 10 años de error, lo cual es aceptable en la práctica forense (Capella *et al.*, 2017; Cunha *et al.*, 2009; Nawrocki, 2010; Prince, 2004; Ritz-Timme *et al.*, 2000). Asimismo, ese nivel de error es equiparable a lo reportado por otros estudios que han validado esta clase de métodos dentales (Prince, 2004; Megyesi *et al.*, 2009; Meinel *et al.*, 2007). Sumado a lo anterior, los porcentajes de estimaciones correctas de la edad (Fig. 2) resaltan un mejor rendimiento del modelo logarítmico, dado que el mismo alcanzó un 76,93%, frente a un 66,66% del modelo lineal. En cuanto a las diferencias entre modelos por grupo etario, se observó que en los grupos de edad más avanzada tanto el sesgo como la imprecisión en las estimaciones fueron menores utilizando el modelo logarítmico. La diferencia es marcada al analizar los errores en la cohorte de 66-80. En este grupo el modelo lineal presenta mayor error en el cálculo de la edad, y

Tabla 6. Comparación con los resultados actuales con los obtenidos anteriormente. ** señala aquellos resultados estadísticamente significativos. 1 el modelo aplicado es el propuesto por Lamendin *et al.* 1992

	Garizoain et al. 2020		Estudio actual
Coefficiente de Correlación de Pearson	0,46**		0,62**
Tipo de modelo	Regresión Lineal 1	Regresión Lineal	Regresión Logarítmica
Sesgo	9.66	-7.79	-4.25
Imprecisión	15.37	11.87	9.68
Cohortes etarias de mejor rendimiento	36-50 años	35-50;51-65	35-50;51-65;66-80

tanto el sesgo como la imprecisión exceden los 10 años (-11,03 y 12,02 respectivamente) mientras que los errores del modelo logarítmico son inferiores a los 10 años (sesgo: -7,54; imprecisión: 8,14). Como puede observarse, aquí radica la principal diferencia entre estos modelos predictores de la edad.

Estas diferencias de rendimiento entre ambos modelos pueden visualizarse mejor al comparar los porcentajes de estimaciones correctas de la edad en cada cohorte etaria. Es posible observar que en la primera cohorte se estimó la edad correctamente en un 80% de los casos utilizando el modelo de regresión lineal frente a un 60% de estimaciones correctas utilizando el logarítmico. En el caso de la siguiente cohorte (51-65), el modelo lineal ofreció un 100% de estimaciones correctas, mientras que el logarítmico el 90%. En el siguiente grupo de edad (66-80) es donde se manifiestan de forma más marcada las diferencias entre ambos modelos. Mientras que utilizando el modelo lineal se logró apenas un 55,55% porcentaje de estimaciones correctas, en el logarítmico se alcanzó un 88,88%. Por último, en individuos mayores de 81 años, ambos modelos presentan igual porcentaje de estimaciones correctas, aunque en relación al sesgo e imprecisión el modelo logarítmico reporta menor error. Si se analizan estos resultados es posible suponer que las regresiones lineales resultan de mayor utilidad en la predicción de la edad en individuos adultos jóvenes (si bien esta afirmación debe ser tomada con cautela ya que carecemos de datos para individuos menores a 35 años, los resultados de estudios anteriores a nivel local y global apoyarían esta tesis), mientras que en individuos adultos mayores el logarítmico sería el más adecuado. Entre los 51 y 65 años la utilización de un modelo u otro no supondría diferencia alguna. Por otro lado, la disparidad de estos resultados en función de la edad cronológica refleja la baja robustez general del método, limitando su utilidad en el rango de edad ya mencionado.

Es importante remarcar que las diferencias encontradas entre los modelos, reafirman la necesidad de continuar con la búsqueda de alternativas metodológicas al tipo de regresiones lineales comúnmente utilizadas en la disciplina, hecho que es resaltado por diversos autores (Aykroyd *et al.*, 1999; Cardoso *et al.*, 2014). Así como el uso de estadística bayesiana, o la implementación de la "calibración clásica" frente a la calibración "tradicional" de las regresiones lineales son presentadas como soluciones posibles a este "impasse metodológico", la utilización de regresiones logarítmicas podría verse incluida dentro de estas alternativas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a autoridades y personal del Cementerio Municipal de La Plata por su asistencia y colaboración. Al Prof. Dr. Juan Francisco Pastor Vázquez (Facultad de Medicina-Universidad de Valladolid. Valladolid. España) por permitir el análisis de los restos esqueléticos pertenecientes a la colección Museo Anatómico alojada en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid.

LITERATURA CITADA

- Ackerman, A., Steyn, M., (2014) A test of Lamendin method of age estimation in South African canines. *Forensic Science International*, 236, 192.e1-192.e6. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.12.023>
- Aka, P. S., Canturk, N., Dagalp, R. y Yagalp, M. (2009) Age determination from central incisors of fetuses and infants. *Forensic Science International*, 184(1-3), 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.11.005>
- AlQahtani, S. J., Hector, M. P. y Liversidge, H. M. (2010). Brief Communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3), 481-490. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21258>
- Aranda, C., Barrientos, G. y Del Papa, M. (2014). Código deontológico para el estudio, conservación y gestión de restos humanos de poblaciones del pasado. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 16(2), 111-113. <https://doi.org/10.17139/raab.2014.0016.02.05>
- Aykroyd, R. G., Lucy, D., Pollard, A. M. y Solheim, T. (1997). Regression analysis in adult age estimation. *American Journal of Physical Anthropology*, 104(2), 259-265. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199710\)104:2<259::AID-AJPA11>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199710)104:2<259::AID-AJPA11>3.0.CO;2-Z)

- Aykroyd, R. G., Lucy, D., Pollard A. G. y Roberts, C. A. (1999). Nasty, brutish but not necessarily short: a reconsideration of the statistical methods used to calculate age at death from adult human skeletal and dental age indicators. *American Antiquity*, 64(1), 55-70. <https://doi.org/10.2307/2694345>
- Baccino, E., Sinfeld, L., Colomb, S., Pacal Baum, T. y Martrille L. (2014). Technical note: The twostep procedure (TPS) for the determination of age at death of adult human remains in forensic cases. *Forensic Science International*, 244, 247-251. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.09.005>
- Bang, G. y Ramm, E. (1970). Determination of age in humans from root dentin translucency. *Acta Odontologica Scandinavica*, 28, 3-35. <https://doi.org/10.3109/00016357009033130>
- Birch, W. y Dean, M. C. (2014). A method of calculating human deciduous crown formation times and of estimating the chronological ages of stressful events occurring during deciduous enamel formation. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 22, 127-144. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2013.12.002>
- Brkic, H., Milicevic, M. y Petroveck, M. (2006). Age estimation methods using anthropological parameters on human teeth. *Forensic Science International*, 162 (1-3), 13-16. [10.1016/j.forsciint.2006.06.022](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.06.022)
- Brooks, S. y Suchey, J. M. (1990). Skeletal age determination based on the os púbis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey and Brooks methods. *Human Evolution*, 5(3), 227-238.
- Buckberry, J. L., y Chamberlain, A. T. (2002). Age estimation from the auricular surface of the ilium: A revised method. *American Journal of Physical Anthropology*, 119 (3), 213-219.
- Burke, F. M. y Samarawickrama, D. Y. D. (1995). Progressive changes in the pulpodentinal complex and their clinical consequences. *Gerodontology*, 12(2), 57-66.
- Cappella, A., Cummaudo, M., Arrigoni, E., Collini F. y Cattaneo, C. (2017). The issue of age estimation in a modern skeletal population: are even the modern current aging methods satisfactory for the elderly? *Journal of Forensic Sciences*, 65(1), 12-17. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13220>
- Cardoso, H. F. V. (2007). Accuracy of developing tooth length as an estimate of age in human skeletal remains: the deciduous dentition. *Forensic Science International*, 172, 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.11.006>
- Cardoso, H. F. V., Abrantes, J. y Humphrey, L. T. (2014). Age estimation of immature human skeletal remains from diaphyseal length of the long bones in the postnatal period. *International Journal of Legal Medicine*, 128, 809-824. <https://doi.org/10.1007/s00414-013-0925-5>
- Cardoso, H. F. V., Spake, L. y Liversidge, H. M. (2016). A reappraisal of permanent tooth length as an estimate of age in human immature skeletal remains. *Journal of Forensic Sciences*, 61(5), 1180-1189. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13120>
- Cardoso, H. F. V., Mejers, J. y Liversidge, H. M. (2019). A reappraisal of developing deciduous tooth length as an estimate of age in human immature skeletal remains. *Journal of Forensic Sciences*, 64(2), 385-392. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13892>
- Cleophas, T. J. y Zwinderman, A. H. (2016). *SPSS for starters and 2nd levellers*. (2ª ed.). Springer.
- COBIMED (2012). Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas (UNLP). Aprobación del protocolo: *Integración y análisis de la colección osteológica Prod. Dr. Rómulo Lambre*. Expte: 0800-013812/12-000.
- Couve, E., Osorio, R. y Schmachtenberg, O. (2013). The amazing odontoblast: activity, autophagy and aging. *Journal of Dental Research*, 92(9), 765-772. <https://doi.org/10.1177/0022034513495874>
- Cunha, E., Baccino, E., Martrille, L., Ramsthaler, F., Prieto, J., Schuliar, Y., Linnerup, N. y Cattaneo, C. (2009). The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Science International*, 193, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.09.008>
- Dermijian, A. y Goldstein, H. (1973). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of Human Biology*, 3(5), 411-421.
- Dermijian, A., Goldstein, H. y Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 42, 211-227. <https://doi.org/10.1080/03014467600001671>

- Dermijian, A. (1986). Dentition. En: F. Falkner y J. M. Tanner (Eds.), *Postnatal Growth Neurobiology* (pp. 198-269). Plenum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0522-2_12
- Desántolo, B. (2012) *Validación metodológica para la estimación de la edad en restos óseos humanos adultos: análisis histomorfométrico* [Tesis de postgrado, Universidad Nacional de La Plata].
- Drusini, A., Calliari, I. y Volpe, A. (1991.) Root dentine transparency: Age determination of human teeth using computerized densitometric analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 85(1), 25-30. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330850105>
- Ermenc, B. (1997) Metamorphosis of root dentine and age. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(3), 230-234. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199705\)7:3<230::AID-OA337>3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199705)7:3<230::AID-OA337>3.0.CO;2-%23)
- Foti, B., Adalian, P., Signoli, M., Ardagna, Y., Dutour, O. y Leonetti, G. (2001). Limits of the Lamendin method in age determination. *Forensic Science International*, 122, 101-106. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00472-8](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00472-8)
- Franklin, D. (2010). Forensic age estimation in human skeletal remains: current concepts and future directions. *Legal Medicine*, 12, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2009.09.001>
- Garizoain, G. (2019). *Patrones estructurales en dentición permanente humana como predictores de edad y sexo. Análisis de una colección osteológica documentada* [Tesis de postgrado, Universidad Nacional de La Plata].
- Garizoain, G., Petrone, S., Plischuk, M., Inda, A. M. y García, M. N. (2020). Evaluation of Lamendin's age-at-death estimation method in a documented osteological collection (La Plata, Argentina). *Forensic Science International: Reports*, 2, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100060>
- Garizoain, G., Parra, R. C., Escalante-Florez, K. J., Aranda, C. M., Luna, L. H., Condori, L. A., Valderrama-Leal, C. I. y Retana-Milán, F. (2021). Age-at-death estimation in adults using a three forensic methodologies: A Lamendin's technique approach for Latin American context and the extension of a forensic international database. *Journal of Forensic Sciences*, 00, 1-13. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14805>
- González-Colmenares, G. (2007). *Determinación de la edad en adultos mediante un método dental. Aplicación y análisis* [Tesis de Postgrado, Universidad de Granada].
- González-Colmenares, G., Botella-Lopez M. C., Moreno-Rueda, G. y Fernández-Cardete, J. R. (2007). Age estimation by a dental method: a comparison of Lamendin's and Prince & Ubelaker's technique. *Journal of Forensic Sciences*, 52, 1156-1160.
- Gustafson, G. (1950). Age determination on teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 41, 45-54.
- Hawkinson, R. W. y Eisenmann, D. R. (1983). Electron microscopy of dentinal tubule sclerosis in the enamel-free region of a rat molar. *Archives of Oral Biology*, 28(5), 409-414.
- Hillson, S. (1996). *Dental Anthropology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139170697>
- Hillson S. (2014). *Tooth Development in Human Evolution and Bioarchaeology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511894916>
- Huda, T. F. J. y Bowman, J. E. (1995) Age determination from dental microstructure in juveniles. *American Journal of Physical Anthropology*, 97(2), 135-150. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330970206>
- Irurita Olivares, J., Alemán Aguilera, I., Viciano Badal, J., Luca, S. y Botella López M. (2014). Evaluation of the maximum length of deciduous teeth for estimation of the age of infants and young children: a proposal of new regression formulas. *International Journal of Legal Medicine*, 128(2), 345-392. <https://doi.org/10.1007/s00414-013-0903-y>
- Jousset, M., Franco, A., Gard, C., Penneau M. y Rougé-Maillart, N. C. (2006). Determination de l'age des adultes en post-mortem: interet de l'utilisation des criteres de Gustafson. *Antropo*, 11, 271-277.
- Katz, D. y Suchey J. M. (1989). Races differences in pubic symphyseal aging patterns in the male. *American Journal of Physical Anthropology*, 80, 167-172. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330800204>

- Kinney, J. H., Nalla, R. K., Pople, J. A., Breuning, T. M. y Ritchie, R. O. (2005). Age related transparent root dentine: mineral concentration, crystallite size and mechanical properties. *Biomaterials*, 26, 3363-3376. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.09.004>
- Kvaal, S. I., y Solheim, T. (1994). A non-destructive dental method for age estimation. *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 12(1), 6-11.
- Lamendin H., Baccino E., Humbert J. F., Tavernier J. C., Nossintchouk R. M. y Zerrilli A. (1992). A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *Journal of Forensic Sciences*, 37, 1373-1379. <https://doi.org/10.1520/JFS13327J>
- Liversidge, H. M., Dean, M. C. y Molleson, T. I. (1993). Increasing human tooth length between birth and 5.4 years. *American Journal of Physical Anthropology*, 90, 307-313. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330900305>
- Mahoney, P. (2011). Human deciduous mandibular molar incremental enamel development. *American Journal of Physical Anthropology*, 144(2), 204-214. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21386>
- Martrille, L., Ubelaker, D. H., Cattaneo, C., Seguret, F., Tremblay, M. y Baccino E. (2007). Comparison of four skeletal methods for the estimation of age at death on white and black adults. *Journal of Forensic Sciences*, 52(2), 302-307. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00367.x>
- Megyesi, M. S., Ubelaker, D. H. y Sauer, N. J. (2006). Test of Lamendin aging method on two historic skeletal samples. *American Journal of Physical Anthropology*, 131, 363-367. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20446>
- Meinl A., Tangl S., Pernicka E., Fenes C. y Watzek G. (2007). On the applicability of secondary dentin formation to radiological age estimation in young adults. *Journal of Forensic Sciences*, 52(2), 438-441. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00377.x>
- Miles A. E. W. (1963). The dentition in the assessment of individual age in skeletal material. En D. R. Brothwell (Ed.), *Dental Anthropology*. Pergamon Press.
- Nava, A., Bondioli, L., Coppa, A., Dean, C., Rossi P. F. y Zanolli C. (2017). New regression formula to estimate prenatal crown formation time of human deciduous central incisors derived from a Roman imperial sample (Velia, Salerno, Italy, 1-II cent. CE). *PLoS ONE*, 12(7), e0180104. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180104>
- Nawrocki, S. P. (2010) The nature and sources of error in the estimation of age at death from the skeleton. En: K. Latham y M. Finnegan (Eds.), *Age Estimation of the Human Skeleton*. Charles C. Thomas Publisher Ltd.
- Parra R. C., Ubelaker D. H., Adserias-Garriga J., Escalante-Florez K. J., Condori L. A. y Buikstra J. E. (2020) Root dentin translucency and forensic international dental database methodology for estimating age-at-death in adults using single-rooted teeth. *Forensic Science International*, 317, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110572>
- Parra R. C., Suárez-Ponce D. G., Escalante-Florez K. J., Condori L. A., Calcina-Mendoza O., Peralta-Cerro L. M. y Rosas-Moyano G. A. (2021). Age-at-death estimation in adults and verification of a Forensic International Methodology using single-rooted teeth: An Approach for a Peruvian context. *Forensic Science International: Reports*, 3, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2021.100176>
- Plischuk, M., Garizoain, G., Petrone, S., Desántolo, B., García Mancuso, R., Salceda, S., y A. M. Inda (2020). El aporte de las colecciones osteológicas documentadas. Líneas de investigación en la colección osteológica "Prof. Dr. Rómulo Lambre" (La Plata, Argentina). *Jangwa Pana: Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 19(1), 1-26.
- Prince, D. A. (2004). *Estimation of Skeletal age-at-death from dental root translucency* [Tesis de Postgrado, University of Tennessee].
- Prince, D. A. y Ubelaker, D. H. (2002). Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *Journal of Forensic Sciences*, 47(1), 107-116.
- Prince, D. A. y Konigsberg, L. W. (2008). New formulae for estimating age at death in the Balkans utilizing Lamendin's dental technique and Bayesian analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 53(3), 578-587. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00713.x>

- Ribeiro Lopes, J., Borges Braga dos Santos Queiroz, S., Marques Fernandez, M., Saavedra de Paiva, L. A. y Nogueira de Oliveira, R. (2014). Age estimation by teeth periodontosis and transparency: accuracy of Lamendin's method on a Brazilian sample. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 13(1), 17-21. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-3225v13n1a04>
- Ritz-Timme, S., Cattaneo, C., Collins, M. J., Waite, E. R., Schutz, S. W., Kaatsch, H. J. y Borrman H. I. (2000). Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. *International Journal of Legal Medicine*, 113, 129-36. <https://doi.org/10.1007/s004140050283>
- Santos Pérez, J. (2017). *Distancias y ángulos entre estructuras óseas de la base del cráneo y su aplicación en abordajes endoscópicos endonasaes expandidos* [Tesis de Postgrado, Universidad de Valladolid].
- Sarajlic, N., Cihlarz, Z., Konowski, E-E., Selak, I., Brkic, H. y Topic, B. (2006). Two-criteria dental aging method applied to a Bosnian population: a comparison of formulae for each group tooth versus one formula for all teeth. *Bosnian Journal of Medical Sciences*, 6(3), 78-83.
- Saunders, S., De Vito, C., Herring, A., Southern, R. y Hoppa, R. (1993). Accuracy tests of tooth formation age estimation for human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 92, 173-188. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330920207>
- Sengupta A., Shellis R. P. y Whittaker D. K. (1998). Measuring root dentine translucency in human teeth of varying antiquity. *Journal of Archaeological Sciences*, 25, 1221-1229. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0295>
- Singhal, A., Ramesh, V. y Balamurali, P. D. (2010). A comparative analysis of root dentin transparency with known age. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 2(1), 18-21. <https://doi.org/10.4103/0974-2948.71052>
- Solheim, T. (1989). Dental root transparency as an indication of age. *Journal of Dental Research*, 97, 189-197.
- Solheim, T. y Sundnes P. K. (1980). Dental age estimation of Norwegian adults: a comparison of different methods. *Forensic Science International*, 16, 7-17. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(80\)90174-7](https://doi.org/10.1016/0379-0738(80)90174-7)
- Suzuki, M., Sugimura, Y., Yamada, S., Omori, Y., Miyamoto, M. y Yamamoto, J. (2013). Predicting recovery of cognitive function soon after stroke: differential modelling of logarithmic and linear regression. *PLoS ONE*, 8(1), e53488. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053488>
- Thomas, G. J., Whittaker D. K. y Embery, G. (1993). A comparative study of translucent apical dentine in vital and non-vital human teeth. *Archives of Oral Biology*, 39(1), 29-34.
- Ubelaker, D. H. y Parra, R. C. (2008) Application of three dental methods of adult age estimation from intact single rooted teeth to a Peruvian sample. *Journal of Forensic Sciences*, 53(3), 608-311. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00699.x>
- Wegener, R. y H. Albrecht (1980). Estimation of age from root dentine transparency. *Zeitschrift für Rechtsmedizin*, 87, 29-34.
- Yoder, C., Ubelaker, D. H. y J. F. Powell (2001). Examination of variation in sternal rib end morphology relevant to age assessment. *Journal of Forensic Sciences*, 46, 223-227.
- Zorba E., Gouta N., Spiliopoulou C. y K. Moraitis (2018). An evaluation of dental methods by Lamendin and Prince and Ubelaker for estimation of adult age in a sample of modern Greeks. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*, 69, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2018.03.006>