

Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR

Código : AF-MA-001

Versión : 01

Fecha :

Página : 1 de 10

0060

Elaborado por:
Antrp Lucio A. Condori Humpiri
CD. Glicerio A. Rosas Moyano
Antrp. Sandra L. Ibarra Apaza

Revisado por:
Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses

Aprobado por:
FISCALIA DE LA NACION

I. OBJETIVO

Establecer los criterios para la aplicación del método de estimación de edad adulta en cadáveres y restos humanos mediante la metodología de la base de datos internacional que agrupa información de la altura radicular (AR), altura periodontal (AP) y altura de la transparencia radicular (ATR).

II. ALCANCE

Este método deberá aplicarse por profesionales forenses en casos vinculados a la búsqueda de personas desaparecidas como resultado del conflicto interno del periodo 1980 y 2000, en casos de desastres masivos y en la casuística común de cadáveres no identificados que ingresan a todas las sedes del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Perú.

III. DEFINICIONES

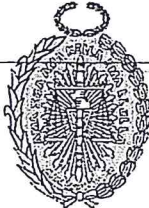
- ATR = Altura de la Transparencia Radicular.
- AP = Altura Periodontal.
- AR = Altura de la Raíz.
- BDDI = Base de Datos Dental Internacional. Esta base de datos reúne 693 muestras de individuos entre 20 y 99 años de edad, con una edad media de 51.18 años y una desviación estándar de 15.50 años. El fenotipo de estos individuos es variado: existe información de individuos de ascendencia europea, de poblaciones africanas y norteamericanas, mestizos sudamericanos y poblaciones andinas del Perú.
- Va = Variable (AR, AP, ATR)
- Ve = Vestibular
- Li = Lingual
- n = numero de dientes utilizados

- Bibliografía consultada:

Bang G, Ramm E. 1970. Determination of age in humans from root dentin transparency. Acta Odontol Scand, 28:3-35.

Drusini A, Calliari I, Volpe A. 1991. Root dentine transparency: age determination of human teeth using computerized densitometric analysis. Am J Phys Anthropol; 85:25-30.

González-Colmenares, G; Botella-López, MC; Moreno-Rueda, G; Fernández-Cardenete, JR. 2007. Age estimation by a dental method: a comparison of Lamendin's and Prince & Ubelaker's technique. J Forensic Sci; 52: 1156-60.

 <i>Ministerio Público</i>	METODO DE ANALISIS	
	ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR	Código : AF-MA-001 Versión : 01 Fecha : Página : 2 de 10

Lamendin H. 1988. Age determination with the "simplified" Gustafson method. Chir Dent Fr 58:43-47.

Kimmerle EH, Prince DA, Berg GE. 2008b. Inter-Observer Variation in Methodologies Involving the Pubic Symphysis, Sternal Ribs, and Teeth. J Forensic Sci; 53: 594-600.

Parra RC. 2009. Métodos de estimación de edad en dientes y variación poblacional: Metodología para aplicaciones internacionales en restos humanos de contextos forenses. Trabajo de tesis para optar el grado de magister en antropología forense. Escuela de graduados; Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Prince DA, Konigsberg LW. 2008. New Formulae for Estimating Age-at-Death in the Balkans Utilizing Lamendin's Dental Technique and Bayesian Analysis. J Forensic Sci; 53: 578-587.

Prince DA, Ubelaker DH. 2002. Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. J Forensic Sci; 47:107-16.

Sarajlić N, Cihlarz Z, Klonowski EE, Selak I, Brkić H, Topić B. 2006. Two-criteria dental aging method applied to a Bosnian population: comparison of formulae for each tooth group versus one formula for all teeth. Bosn J Basic Med Sci. Aug; 6(3):78-83.

Ubelaker DH, Parra RC. 2008. Application of Three Dental Methods of Adult Age Estimation from Intact Single Rooted Teeth to a Peruvian Sample. J Forensic Sci; 53: 608 - 611.

Willems G, Moulin-Romsee C, Solheim T. 2002. Non-destructive dental-age calculation methods in adults: intra- and inter-observer effects. Forensic Sci Int; 126:221-6.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

Calibrador digital.

Negatoscopio o una caja con fuente de luz (ver imagen 3).

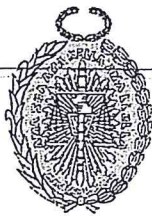
Instrumental dental para la extracción de dientes uniradiculares en cadáveres de muerte reciente.

V. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS

5.1 Las variables deben definirse y registrarse de acuerdo a la técnica descrita por Lamendin y colegas (1992) y Bang y Ramm (1970).

5.2 Las variables se definen de la siguiente manera:

- a) AR = Longitud Máxima de la Raíz, tomada desde el ápice hasta la línea amelocementaria (mm).
- b) AP = Regresión gingival, que es la máxima distancia entre la línea amelocementaria y la marca que deja sobre la superficie del diente la degeneración de los tejidos blandos que rodean a los dientes (mm).
- c) ATR = Transparencia Radicular, tomada desde el ápice hasta el punto de máxima transparencia (mm).



Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR

Código : AF-MÁ-001

Versión : 01

Fecha :

Página : 3 de 10

005

Imagen 1. Translucidez de la esclerosis de la dentina o transparencia radicular

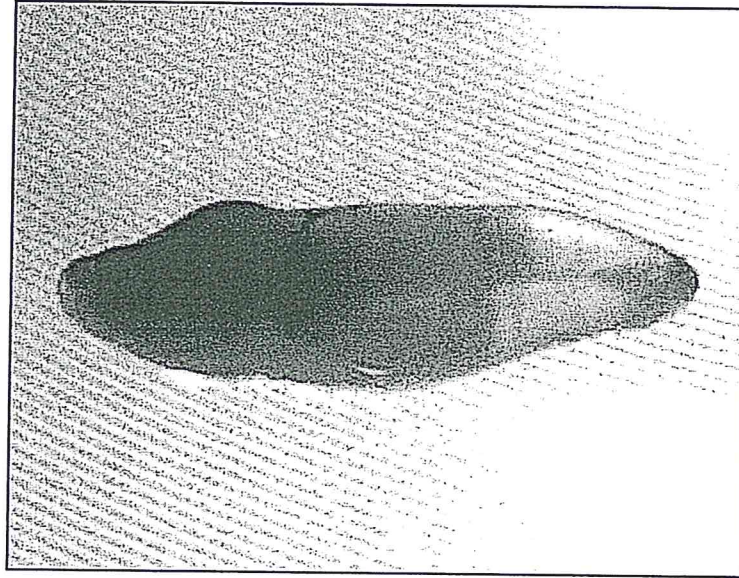
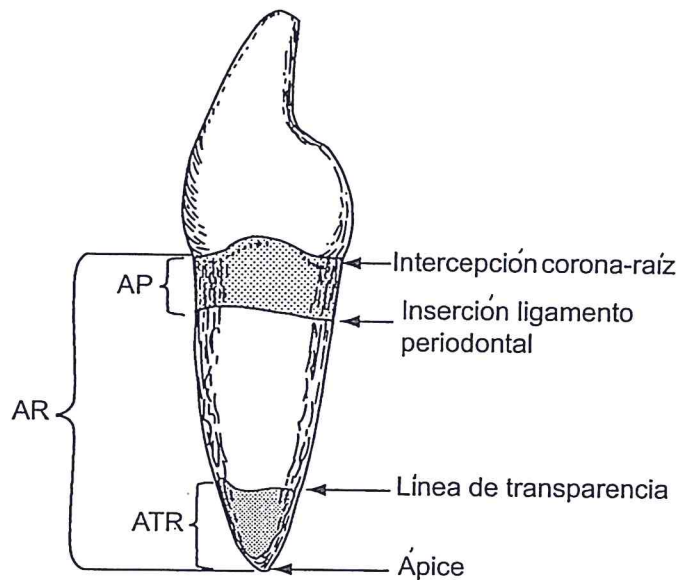
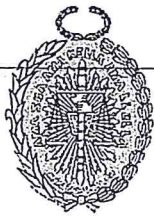


Grafico 1. Características dentales utilizadas para la estimación de la edad. Gráfico adaptado de Ubelaker y Parra (2008)





Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR

Código : AF-MA-001
Versión : 01
Fecha :
Página : 4 de 10

0057

5.3. Las variables AR, ATR y AP (ver gráfico 1) deben de medirse con un calibrador digital (valores registrados en milímetros, ver imagen 2) y con ayuda de una fuente de luz (ver imagen 3), con la finalidad de facilitar la medición de la transparencia radicular (ver imagen 1).

5.4 Las medidas deben registrarse tanto a nivel vestibular como a nivel lingual del diente.

5.5. En lo posible deberían registrarse doce dientes uniradiculares, no obstante, el registro de menos dientes también es aceptable pero puede ser menos confiable en términos de variabilidad dental de la esclerosis de la dentina. El criterio del investigador forense es importante en este tema.

5.6. Las medidas que fueron registradas se calculan según la siguiente ecuación por cada diente utilizado:

a) $V_e = (v_1 + v_2 + v_3 + \dots) / n$

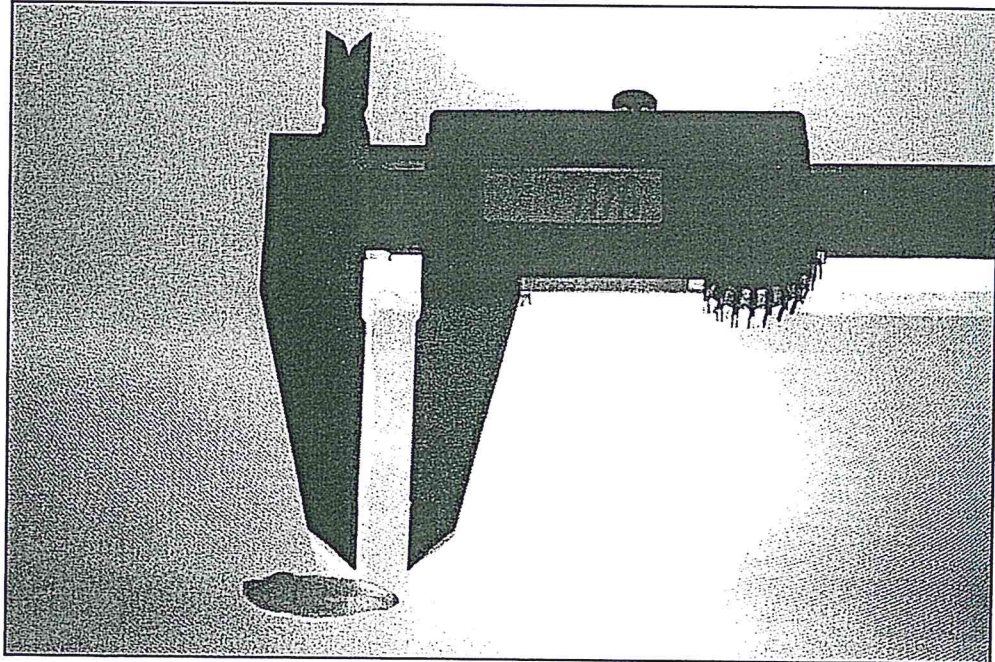
b) $L_i = (L_1 + L_2 + L_3 + \dots) / n$

c) $V_a = (V_e + L_i) / 2$

5.7. En el supuesto que se trate de un diente, se utiliza el promedio de las mediciones (AR, AP, ATR) de lingual y vestibular.

5.8 Los resultados obtenidos serán sometidos al cálculo final de la estimación de la edad adulta. El procedimiento está descrito en el punto 5.9.

Imagen 2. Forma adecuada de medir la transparencia radicular





Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

**ESTIMACION DE EDAD ADULTA
MEDIANTE LA METODOLOGIA DE
LA BASE DE DATOS DENTAL
INTERNACIONAL DE
AR - AP - ATR**

Código : AF-MA-001
Versión : 01
Fecha :
Página : 5 de 10

0056

Imagen 3. Fuente de luz, proyector de transparencias.



5.9 Procedimientos de estimación de edad adulta:

El modelo de regresión bayesiana estaría dado por el siguiente algoritmo:

a) La verosimilitud dada por $Y/\theta \sim N(X\theta, C)$ representa la información de la muestra (655), sin las observaciones que fueron influyentes y detectadas por la

distancia $|DFFITs_i| > 2\sqrt{\frac{p}{n}}$ Esta función de verosimilitud depende de la matriz

X , que no es más que el grupo de variables dentales de la BDDI (AR, AP y ATR) sin observaciones influyentes. Depende también de Y , que es un vector cuyos elementos son las edades de los individuos correspondientes a las filas de X . Finalmente, depende de σ^2 , que es la varianza de los errores del modelo de la regresión clásica y que puede ser estimada a partir de la muestra como la varianza



Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

**ESTIMACION DE EDAD ADULTA
MEDIANTE LA METODOLOGIA DE
LA BASE DE DATOS DENTAL
INTERNACIONAL DE
AR - AP - ATR**

Código : AF-MA-001
Versión : 01
Fecha :
Página : 6 de 10

0055

residual.

La distribución a priori $\theta \sim N(\mu, V)$ representa la información que ya se tiene, que en nuestro caso puede ser considerada por todos los elementos de la BDDI (es decir con observaciones influyentes, 693 muestras). Esta consideración puede estar justificada al reconocer a la muestra como información histórica. Esta distribución a priori contiene información de la distribución del vector de parámetros que generó los datos, que se asumió que tiene distribución normal multivariante, y depende de μ , que puede ser estimado a partir de la muestra total por mínimos cuadrados como $\mu = (X_{total}' X_{total})^{-1} X_{total}' Y_{total}$. También depende de V , que puede ser estimado por $V = S_R^2 (X_{total}' X_{total})^{-1}$, donde S_R^2 es la varianza residual dada por

$$\frac{1}{n-p} (Y_{total}' Y_{total} - Y_{total}' X_{total} (X_{total}' X_{total})^{-1} X_{total}' Y_{total}) (X_{total}' X_{total})^{-1}$$

b) Esta función matemática es operada mediante el software "R" según la versión 2.9.1 la cual puede desdoblarse gratuitamente en <http://www.r-project.org>.

c) Es claro que los intervalos de confianza para los coeficientes de la regresión bayesiana para el caso de las variables AP y ATR son relativamente pequeños, lo que indicaría que estos coeficientes estimados son muy cercanos a los coeficientes de una regresión poblacional.

- Intervalo de Confianza 95 % para Constante: [9.90174, 16.35407]
- Intervalo de Confianza 95 % para AR: [0.4539199, 0.8702517]
- Intervalo de Confianza 95 % para AP: [0.2765968, 0.3632015]
- Intervalo de Confianza 95 % para ATR: [0.4076154, 0.4518318]



Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR

Código : AF-MA-001
Versión : 01
Fecha :
Página : 7 de 10

0054

Inicio del calculo

5.11. Buscar el icono R en el escritorio de la computadora y luego iniciar el software haciendo doble clic en el icono.

5.12 Buscar la siguiente función: $Xo < -rbind(00.000, 0.000, 0.00)$ # *Pronosticamos para este dato* y remplazar las medidas obtenidas según el siguiente orden de las variables (AR, AO, ATR). Luego presionar Enter.

5.13 Buscar la siguiente función: $pronostico(X, Y, Xbayes, Ybayes, Xo, 0.05)$. Luego presionar Enter.

5.14 Los resultados se expresan en "Pronóstico puntual".

5.15 Los resultados para individuos igual o mayores a sesenta años se expresa en "Pronóstico puntual corregido".

6. RESULTADOS ESPERADOS

Error de estimación por rango de edad según la metodología para la aplicaciones internacionales en restos humanos de contextos forenses (ver Parra 2009)

[20 - 29]	[30 - 39]	[40 - 49]	[50 - 59]	[60 - 69]	[70 - 79]	[80 a más]
-7.97	-5.15	-1.51	-0.49	3.67	7.89	18.03

El impacto de la variación poblacional y del dimorfismo sexual sobre el nivel de exactitud y precisión al usar este método es mínimo. Los resultados demuestran que esta metodología puede aplicarse en diferentes poblaciones en el mundo y su valor probatorio puede ser admisible en diferentes contextos legales.



Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

**ESTIMACION DE EDAD ADULTA
MEDIANTE LA METODOLOGIA DE
LA BASE DE DATOS DENTAL
INTERNACIONAL DE
AR - AP - ATR**

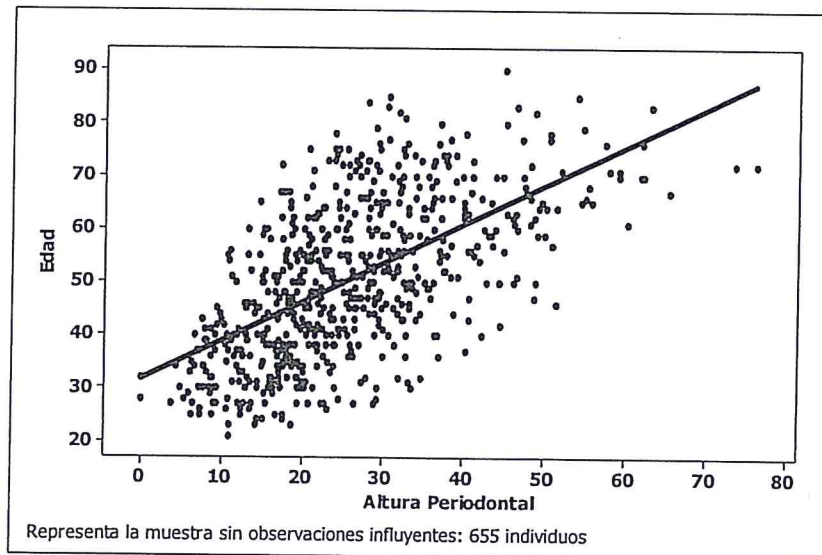
0053

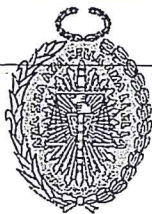
Código : AF-MA-001
Versión : 01
Fecha :
Página : 8 de 10

VALIDACION

- Los modelos propuestos en los estudios de Lamendin y colegas (1992) (LBHTNZ), Prince y Ubelaker (2002) (PU); Gonzales y colegas (2007), (GBMF); Ubelaker y Parra (2008) y Sarajlic y colegas (2006) (SCKSBT), además de las ecuaciones de regresión para diente intacto de Bang y Ramm (1970) (BR) fueron aplicados a la BDDI con la finalidad de evaluar el grado de precisión y exactitud de los modelos citados. Adicionalmente, se evaluó el comportamiento de la ATR y la AP según periodos de edad adulta.
- La transparencia radicular ha demostrado una alta correlación con la edad cronológica ($r = 0.90$), y lo mismo ocurre con la periodontosis ($r = 0.77$). El sexo sólo influye significativamente en la AR, que es precisamente la variable que menos explica la edad del individuo ($r = 0.21$)

Gráfico 2. Dispersión de las medidas de la altura periodontal (AP) y la edad sin observaciones influyentes





Ministerio Público

METODO DE ANALISIS

ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR

Código : AF-MA-001
Versión : 01
Fecha :
Página : 9 de 10

0052

Gráfico 3. Dispersión de las medidas de la altura de la transparencia radicular (ATR) y la edad sin observaciones influyentes

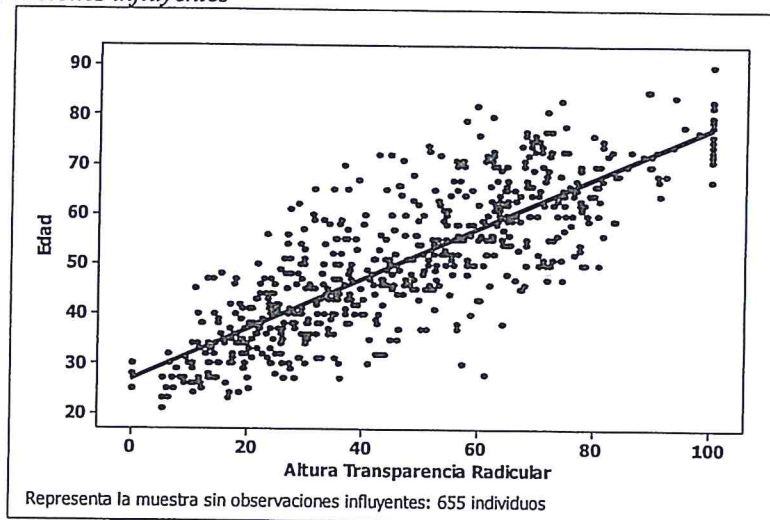


Gráfico 4. Comparación del error medio entre los siete modelos sobre BDI = 693

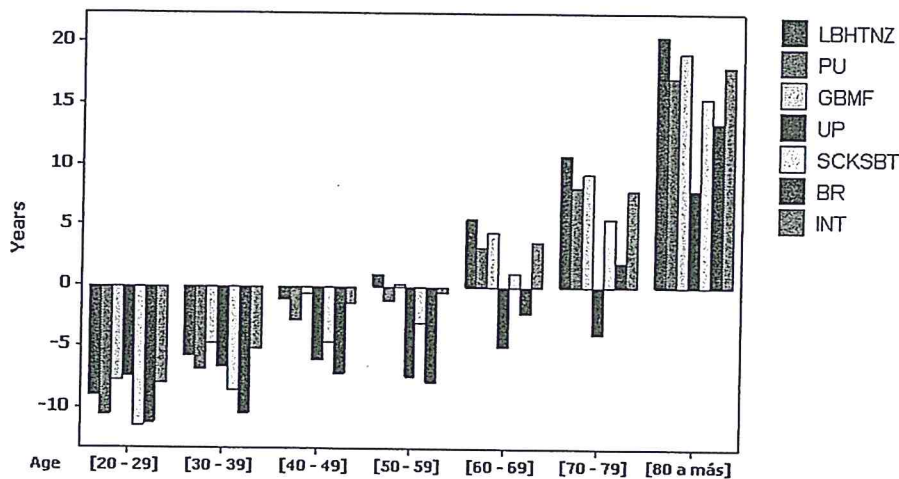



Tabla 1. Análisis de los residuos medios según siete modelos sobre BDI = 693 individuos.

	LBHTNZ	PU	GBMF	UP	SCKSBT	BR	BDDI
[20 - 29]	-8.95	-10.55	-7.69	-7.43	-11.39	-11.20	-7.97
[30 - 39]	-5.70	-6.90	-4.70	-6.63	-8.52	-10.38	-5.15
[40 - 49]	-1.06	-2.88	-0.64	-6.03	-4.63	-7.17	-1.51
[50 - 59]	0.99	-1.29	0.13	-7.41	-3.11	-7.84	-0.49
[60 - 69]	5.51	3.16	4.40	-4.93	1.05	-2.26	3.67
[70 - 79]	10.70	8.13	9.16	-3.91	5.51	1.90	7.89
[80 a más]	20.52	17.07	19.13	7.85	15.43	13.41	18.03

 Ministerio Público	METODO DE ANALISIS	
	ESTIMACION DE EDAD ADULTA MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA BASE DE DATOS DENTAL INTERNACIONAL DE AR - AP - ATR	Código : AF-MA-001 Versión : 01 Fecha : Página : 10 de 10

- La combinación de ambos criterios confirma que se trata de un importante procedimiento para la estimación de la edad adulta ($r = 0.85$) y corrobora además que es un importante método para la estimación de edad en aquellos individuos de 30 a 79 años; precisamente, el rango de edad en el cual otros métodos de estimación de edad presentan serias limitaciones.
- Si bien persiste en esta metodología la relativa sobreestimación de la edad en individuos adultos jóvenes (de 20-29 años de edad / error de -7.97 años) y una inaceptable subestimación de la edad en individuos adultos mayores (de 80 a más años de edad / error de 18.03 años), el beneficio es mayor considerando que se trata de un procedimiento sencillo y que no requiere de entrenamiento o tecnologías especializadas para lograr resultados satisfactorios.
- Se ha demostrado además que la utilización de un simple calibrador para medir la transparencia radicular produce resultados similares a los producidos por tecnologías de mayor complejidad.
- Este método "fusiona" la regresión clásica obtenida a partir de la muestra sin observaciones influyentes (655 muestras) y la información *a priori* conformada por todos los registros que se supone que son generados por un vector de parámetros de una regresión múltiple (693 muestras). Por lo tanto, hay más información para fortalecer un modelo de estimación de edad adulta y, además, no se dejan de emplear todos los datos como si ocurre en la regresión clásica. El registro de nuevas observaciones puede incluirse a la BDDI con la finalidad de incrementar la información *a priori*.
- Las limitaciones para la utilización de este procedimiento son evidentes a medida que el intervalo *postmortem* es mayor y los cambios tafonómicos se hacen presentes. La diagénesis es uno de estos impactos tafonómicos que pueden alterar la información de la ATR y la AP, debido a factores tales como secreciones acidogénicas de microorganismos que ocasionan la disolución de la sustancia inorgánica y las infiltraciones de moléculas de hierro en el tejido dentinal, entre otros. Por lo tanto, la aplicación de este modelo en muestras que provienen de contextos históricos y arqueológicos puede arrojar datos poco confiables.
- Los reportes de varias investigaciones tales como Kimmerle *et al.* 2008; Ubelaker y Parra 2008; Willems *et al.* 2002; Prince y Konigsberg (2008) entre otros, sugieren que el error intra e interobservador no constituye una limitación importante para el uso de esta metodología. Sin embargo, con la finalidad de controlar estos resultados es preciso que dos o más forenses registren las variables ATR y AP. Las diferentes observaciones serán importantes para confiar en el resultado final.
- En la medida de lo posible, se sugiere que el resultado generado por este método debe ser considerado como un indicador adicional a la de otros métodos de estimación de edad adulta.