

Exactitud y precisión de los métodos dentales para estimar la edad basados en la transparencia de la dentina radicular

Accuracy and Precision of Dental Methods to Estimate Age Based on Root Dentine Transparency

Exatidão e precisão dos métodos odontológicos para estimar a idade com base na transparência da dentina radicular

Liz Peralta-Cerro, DD, Esp.^{1*}

Erika Alvarado-Muñoz, Esp, MSD¹

Elías Aguirre-Siancas, PhD¹

Recibido: 1.º de marzo de 2021 • **Aprobado:** 25 de marzo de 2022

Doi: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9555>

Para citar este artículo: Peralta-Cerro L, Alvarado-Muñoz E, Aguirre-Siancas E. Exactitud y precisión de los métodos dentales para estimar la edad basados en la transparencia de la dentina radicular. Rev Cienc Salud. 2022;20(2):1-16. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9555>

Resumen

Introducción: este trabajo buscó determinar la exactitud y precisión de los métodos dentales para estimar la edad, basados en la transparencia de la dentina radicular. **Materiales y métodos:** estudio transversal de tipo comparativo en el que se evaluaron 90 dientes unirradiculares de una muestra peruana de 90 cadáveres adultos masculinos. En cada diente se midió la altura de la periodontosis, altura radicular y longitud de la transparencia de la dentina radicular. Con estas medidas se hallaron las edades dentales de acuerdo con los métodos de Prince-Ubelaker, Ubelaker-Parra y Vilcapoma, y se compararon los resultados entre sí y con la edad cronológica (edad real). Debido a la normalidad de los datos y a su homocedasticidad, se utilizó la prueba de Pearson, el Anova de un factor para muestras relacionadas y la prueba de Tukey. La exactitud se evaluó mediante las diferencias entre las edades cronológicas y las estimadas por cada método, y la precisión se obtuvo del análisis de confiabilidad y repetibilidad, mediante diagramas de Bland-Altman. El nivel

1 Universidad Científica del Sur (Lima, Perú).

Liz Peralta-Cerro, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3075-1043>

Erika Alvarado-Muñoz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0959-7117>

Elías Aguirre-Siancas, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4713-5511>

* Autora de correspondencia: peralta16.m@gmail.com

de significancia fue 0.05. *Resultados:* las exactitudes y precisiones fueron de 0.15-0.14, 2.18-2.07, 3.5-3.11 y 9.92-9.82 para los métodos de Vilcapoma, Ubelaker-Parra, Prince-Ubelaker para masculinos blancos y Prince-Ubelaker para masculinos negros, respectivamente. *Conclusiones:* el método de Vilcapoma tuvo mayor exactitud y precisión para estimar la edad.

Palabras clave: transparencia de la dentina radicular; estimación de edad; método de Prince-Ubelaker; método de Ubelaker-Parra; método de Vilcapoma.

Abstract

Objective: To determine the accuracy and precision of dental methods for age estimation based on transparency of root dentin. *Materials and Methods:* Transversal study of comparative type where 90 uniradicular teeth of a Peruvian sample of 90 male adult corpses were evaluated. In each tooth was measured: height of periodontosis, root height and height of transparency of root dentin. With these measurements the dental ages were found according to the methods of Prince-Ubelaker, Ubelaker-Parra and Vilcapoma, comparing the results with each other and with the chronological age (real age). Due to the normality of the data and its homocedasticity, the Pearson test, the one-factor Anova for related samples and the Tukey test were used. Accuracy was evaluated by differences between chronological and estimated ages for each method and accuracy was obtained from reliability and repeatability analysis using Bland-Altman diagrams. The significance level was 0.05. *Results:* Accuracy and precision were 0.15-0.14, 2.18-2.07, 3.5-3.11 and 9.92-9.82 for the Vilcapoma, Ubelaker-Parra, Prince-Ubelaker for white males and Prince-Ubelaker for black males, respectively. *Conclusions:* The Vilcapoma method had greater accuracy and precision in estimating age.

Keywords: Transparency of root dentin; age estimation; Prince-Ubelaker's method; Ubelaker-Parra's method; Vilcapoma's method.

Resumo

Objetivo: determinar a precisão e a exatidão dos métodos odontológicos para a estimativa da idade com base na transparência da dentina radicular. *Materiais e métodos:* estudo transversal comparativo onde foram avaliados 90 dentes uniradiculares de uma amostra peruana de 90 cadáveres masculinos adultos. Cada dente foi medido para: altura da periodontose, altura da raiz e comprimento da transparência da dentina radicular. Com estas medidas foram encontradas as idades dentárias de acordo com os métodos de Prince-Ubelaker, Ubelaker-Parra e Vilcapoma, comparando os resultados entre si e com a idade cronológica (idade real). Devido à normalidade dos dados e sua homocedasticidade, foram utilizados o teste Pearson, a ANOVA de um fator para amostras relacionadas e o teste Tukey. A exatidão foi avaliada pelas diferenças entre as idades cronológicas e as estimadas por cada método e a exatidão foi obtida a partir da análise de confiabilidade e repetibilidade usando diagramas de Bland-Altman. O nível de significância foi de 0,05. *Resultados:* precisão e exatidão foram 0,15-0,14, 2,18-2,07, 3,5-3,11 e 9,92-9,82 para os métodos Vilcapoma, Ubelaker-Parra, Prince-Ubelaker para os homens brancos e Prince-Ubelaker para os homens negros, respectivamente. *Conclusões:* o método Vilcapoma foi mais preciso e exato na estimativa da idade.

Palavras-chave: transparência da dentina radicular; estimativa de idade; método de Prince-Ubelaker; método de Ubelaker-Parra; método de Vilcapoma.

Introducción

La identificación de cadáveres es uno de los procedimientos más habituales que a diario realiza la medicina forense, y la estimación aproximada de la edad es una de las caracte-

rísticas más importantes para la construcción de un perfil biológico individual que incluyan básicamente la determinación de sexo y la estimación de talla y edad (1,2), especialmente en cadáveres esqueletizados, putrefactos, exhumados de fosas clandestinas, resultantes de desastres masivos y cadáveres *non nominatum*, que carecen de documentos que permitan identificarlos (3,4). Dichos escenarios dificultan la labor forense de identificación, pues es muy frecuente que la influencia de los fenómenos cadavéricos no permita el uso de métodos de identificación más habituales como el dactiloscópico, y en cuanto al análisis de ADN, este representa mayor inversión de tiempo y dinero.

Frente a tantas restrictivas y con el objetivo de poder estimar la edad en el momento de muerte de un individuo, las ciencias forenses han buscado métodos alternativos y de sencilla aplicación, y para ello la edad dental se ha hallado como un gran aliado (5). En medicina forense, los dientes son una excelente fuente de información, debido a que perduran en el tiempo sin sufrir modificaciones, incluso cuando el resto del cuerpo está en avanzado estado de descomposición y esqueletización o cuando los cuerpos han estado sometidos a altas temperaturas. De ahí que las piezas dentarias se consideren una herramienta de mucha utilidad en el objetivo de individualizar a una persona, porque son un indicador confiable de la edad cronológica (6-8). Estimar la edad dental es bastante exacto hasta aproximadamente los 25 años, ya que se toman como indicadores los cambios formativos que se dan en la pieza dental; sin embargo, posterior a los 25 años el criterio formativo pierde exactitud (7); en tanto que para estimar la edad de un individuo adulto, basándonos en el estudio de las piezas dentarias, se analizan los cambios involutivos que estos presentan, como son la reabsorción radicular, la altura de periodontosis y principalmente la longitud de la transparencia de la dentina radicular (9). Este último ha mostrado una buena correlación con la edad cronológica en el adulto y se considera el criterio más fiable establecido a la fecha (10,11).

La transparencia de la dentina radicular (T_R) es un fenómeno fisiológico propio de las piezas dentales. Se inicia alrededor de los 30 años de vida, en el ápice, y con el paso de los años se va incrementando en dirección a la corona dental (12). A medida que la persona envejece, este fenómeno se ralentiza, sobre todo después de los 60 años, edad en la cual la tasa de translucidez comienza a disminuir (13). La T_R se debe a la esclerosis que sufren los túbulos dentinarios a consecuencia de la deposición de los cristales de hidroxiapatita (11,14,15). Al esclerosarse los túbulos dentinarios, a consecuencia de la aposición constante de dentina peritubular, se mineralizan de manera muy similar a la dentina intertubular. Así, estos dos tipos de dentina, con el paso de los años, presentan un mismo grado de refracción y se comportan ópticamente homogéneos (16).

Para la aplicación de estos métodos se utilizan piezas dentales unirradiculares a las que se les realizan tres mediciones que se remplazan en las fórmulas establecidas por cada autor (1,17). Las mediciones son: la altura de la raíz, la altura de la periodontosis y la longitud de la T_R . Esta última medida es el indicador más importante, debido a que prácticamente no se

ve afectado por factores ambientales ni patológicos; además, es directamente proporcional al aumento de la edad y sirve como una herramienta confiable para el propósito de la estimación de la edad cronológica según la edad dental (9,11,18).

Por otra parte, los diferentes métodos que existen para la estimación de la edad deben poseer alta exactitud y alta precisión, los cuales son los indicadores clave para poder demostrar que un método es superior a otro u otros (19-21). La exactitud se define como el grado de cercanía o proximidad del valor de una medición independiente con respecto al valor real, donde la exactitud tiene una medida mayor cuando más cerca se encuentre del valor real. Además, la precisión indica el grado de proximidad de los resultados de diferentes mediciones entre sí: mientras más concentrados estén, el grado de precisión de un instrumento será mayor (22).

Gustafson, en 1950, describe por primera vez los cambios que se dan en las estructuras dentarias debidos al aumento de la edad del individuo, como son: atricción oclusal, deposición constante de la dentina secundaria, aposición de cemento, periodontosis, reabsorción y T_R (23). Lamendin et al., en 1992, utilizaron dos de estas variables, como son la periodontosis y la transparencia; además, le adicionaron la altura radicular en una nueva fórmula de fácil aplicación y de precisión aceptable (18). Prince-Ubelaker, en 2002, probaron el método de Lamendin en 400 dientes de dos grupos raciales bien diferenciados y con ello crearon nuevas fórmulas para cada grupo racial, a su vez, diferenciado por sexo (24).

En Latinoamérica, Ubelaker-Parra, en 2008, compararon los métodos de Lamendin, Bang-Ramm y Prince-Ubelaker en una muestra conformada por 100 dientes unirradiculares de individuos peruanos entre 21 y 87 años, donde encuentran que la propuesta de Prince-Ubelaker obtuvo mayor precisión y proponen además una nueva fórmula para la población peruana (25). En 2012, Vilcapoma analizó los métodos de Lamendin, Prince-Ubelaker y Ubelaker-Parra en 50 dientes permanentes unirradiculares extraídos de peruanos de 25 a 75 años y concluyeron que el método de Prince-Ubelaker tuvo mayor precisión; además, Vilcapoma propone su propia fórmula (26). Un año antes, en Chile, Retamal-Ubelaker estudiaron los mismos métodos en 96 piezas dentales y coincidieron con que Prince-Ubelaker (fórmula para masculinos blancos) fue más exacto y preciso (27). García Peña, en 2018, comparó el nuevo método de Vilcapoma contra el método de Lamendin en una muestra de 30 piezas dentales de personas entre 25 a 80 años de una muestra peruana y concluyó que el método de Vilcapoma es más fiable en caninos e incisivos laterales que el de Lamendin (28). Murrieta-Vela y Vela Vásquez, en 2018, evaluaron los métodos de Lamendin, Vilcapoma y Colmenares en 94 piezas dentales de cadáveres peruanos de 18 a 85 años, y con ello concluyeron que la estimación de la edad dental con el método de Vilcapoma fue la más exacta y precisa (5).

La mayoría de las investigaciones expuestas emplean muestras con rangos de edades que van desde los 18 años hasta superar los 60 años. Además, involucran edades en las cuales aún el proceso de T_R no es evidente o ya ha cesado, respectivamente, según la mayoría de los autores consultados (11,13,19). Este fenómeno se debe a que la translucidez de la dentina

se vuelve estática, producida por el bloqueo completo de los túbulos dentinarios (8), lo cual podría originar inexactitud en la estimación de la edad dental en los métodos que se apoyan en este proceso involutivo. Autores como Garizoain et al. han demostrado que el estudio de la T_R muestra resultados más precisos, especialmente en las edades de 36 a 50 años (2). Asimismo, es importante que el método usado en la estimación de edad sea específico para cada población de estudio (29). Debido a ello, el presente trabajo empleó una muestra de cadáveres cuyas edades están dentro de lo que la literatura propone. Además, se compararon dos métodos de estimación de la edad dental obtenidos en estudios en población de Latinoamérica, específicamente peruana, que es la nacionalidad de la muestra empleada, comparados con un importante método obtenido en una población estadounidense. En la mayoría de las referencias, así como en los trabajos originales de los métodos empleados en este estudio, utilizaron piezas intactas. En esta investigación se realizó un desgaste radicular previo a la medición de la T_R , pues ello ayuda a observar más nítidamente el límite entre la dentina esclerótica y la no esclerótica, es decir, el límite de la T_R , para así obtener los datos más exactos y como consecuencia mejores resultados de medición (13,30,31).

A pesar de las limitaciones que pueden presentar los métodos basados en la propuesta primaria de Lamendin, dichos métodos han mostrado una importante exactitud y precisión, además de ser de fácil implementación en un contexto como es el latinoamericano, donde se pueden encontrar muchas carencias, sobre todo en zonas rurales. Debido a todo ello, los autores tuvieron como objetivo determinar la exactitud y precisión de los métodos de Prince-Ubelaker para masculinos blancos ($M-B$), Prince-Ubelaker para masculinos negros ($M-N$), Ubelaker-Parra y Vilcapoma en la estimación de la edad en cadáveres adultos que ingresaron a la Morgue Central de Lima entre diciembre de 2019 y febrero de 2020.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio transversal de tipo comparativo. Se siguieron las consideraciones éticas en investigación preservando la confidencialidad de los datos de la muestra. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Científica del Sur, y en cuanto a la obtención de la muestra, la autorización fue otorgada por el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Perú.

La población estuvo conformada por piezas dentarias unirradiculares (incisivos laterales inferiores izquierdos) de cadáveres adultos, de sexo masculino y nacionalidad peruana de edades comprendidas entre los 30 y los 59 años, a los cuales les practicaron autopsias en la Morgue Central de Lima entre diciembre de 2019 y febrero de 2020. Luego de aplicar los criterios de selección, se excluyeron las piezas dentarias con patologías radiculares, con alteraciones de tamaño o forma, con tratamientos odontológicos y aquellas con contactos

prematurados. De esta forma, se consiguió una muestra de 90 incisivos laterales inferiores izquierdos correspondientes a la misma cantidad de cadáveres.

Los datos de edad cronológica de los cadáveres se obtuvieron del Registro Nacional de Identidad y Estado Civil (Reniec). Previamente a la recolección de los datos del estudio, se realizó una calibración interobservador conjuntamente con un odontólogo forense del Instituto de Medicina Legal del Perú, en una muestra compuesta por 10 incisivos laterales inferiores izquierdos, que no formaron parte de la muestra final utilizada. Así, el coeficiente de correlación intraclase fue de 0.97 en cada una de las mediciones.

Para la toma de la muestra, todos los procedimientos se llevaron a cabo en el ambiente de la Sala de Necropsia de la Morgue Central de Lima del Instituto de Medicina legal del Perú con exposición a una fuente de luz solar, como lo recomiendan Adserias et al. (9), entre las 9:00 y las 15:00 horas.

A cada una de las piezas dentarias se les midieron la altura de periodontosis, la altura radicular y la longitud de transparencia de la dentina radicular, mediante un calibrador digital marca Truper®, de acuerdo con el siguiente procedimiento (figura 1):

- Altura de la periodontosis. Se obtuvo midiendo la distancia máxima desde el límite amelocementario hasta la línea de inserción del periodonto, por la superficie vestibular (figura 1A).
- Altura radicular. Se obtuvo midiendo la distancia máxima desde el ápice radicular hasta la unión amelocementaria, en la superficie vestibular (figura 1B).
- Longitud de transparencia de la dentina radicular. Previamente, se realizó un desgaste radicular, en sentido mesiodistal, paralelo al conducto radicular, desde el ápice hasta aproximadamente el punto medio del tamaño de la raíz del diente. En función de ello se empleó una piedra montada de desgaste cilíndrica verde en un motor de baja velocidad Karson Profesional S1J-AJ4-10 de 220v (figura 1C). Para poder observar de mejor manera la diferencia en las densidades entre la dentina obliterada y la no afectada, el desgaste superó los 5 mm por encima del límite superior de la transparencia de la dentina radicular (figura 1D). Posteriormente, se procedió a medir la distancia desde el punto más alto de la región de translucidez, y próximo al conducto radicular, hasta el ápice de la raíz dental (figura 1D).

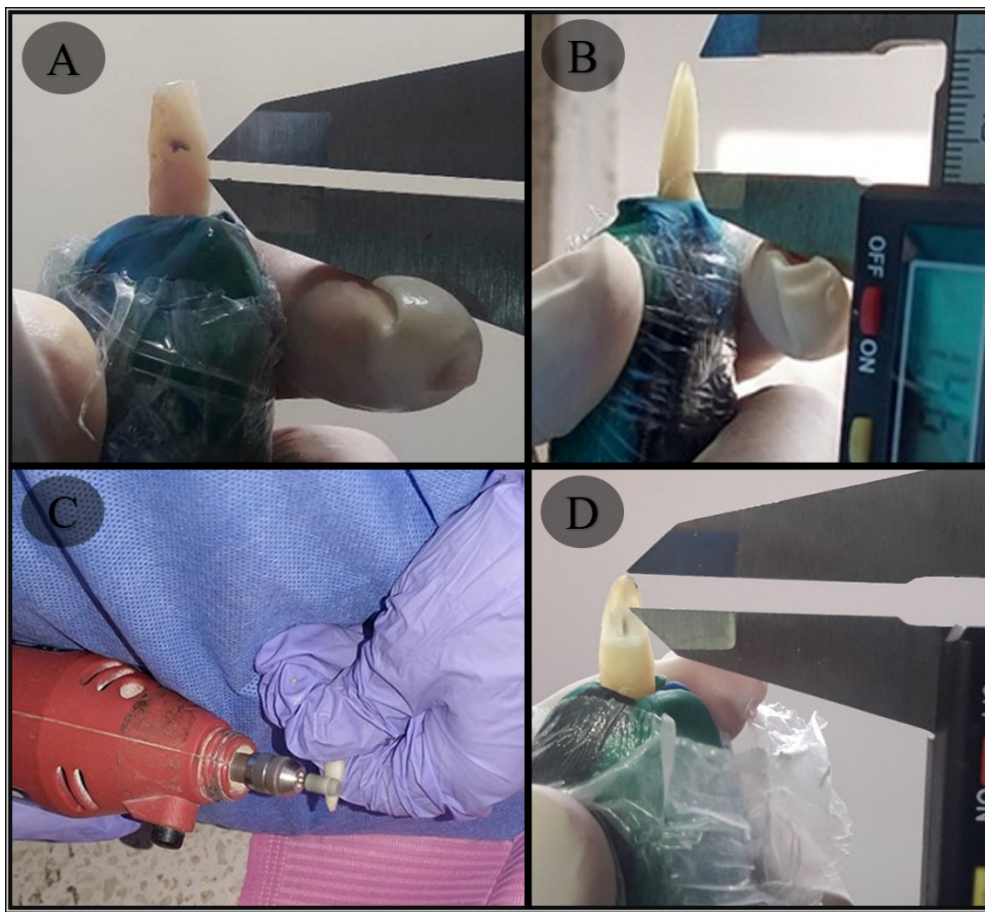


Figura 1. Procedimientos para obtener los indicadores para las fórmulas de cada método empleado. A) Medición de la altura máxima de la periodontosis. B) Medición de la altura radicular máxima. C) Desgaste radicular. D) Medición de la longitud máxima de la transparencia radicular

Las medidas resultantes fueron reemplazadas en las fórmulas de los métodos evaluados de acuerdo con la tabla 1, de donde se obtuvieron las estimaciones de las edades dentales.

Tabla 1. Fórmulas para la obtención de la edad dental de acuerdo con cada método empleado

| Métodos | Fórmulas |
|-----------------|---|
| Prince-Ubelaker | M-B $0.15(AR) + 0.29(P) + 0.39(T) + 23.17$ |
| | M-N $1.04(AR) + 0.31(P) + 0.47(T) + 1.70$ |
| Ubelaker-parra | $31.71 - 1.18(AR) + 5.81(AP) + 3.14(TR)$ |
| Vilcapoma | $55.06 + 2.78(AP) - 2.02(AR) + 2.85(TR)$ |

AR: altura radicular; AP: altura de la periodontosis; TR: longitud de la transparencia radicular; P: $AP \times 100 / AR$; T: $TR \times 100 / AR$

Los resultados de las edades cronológicas y de las obtenidas por los métodos empleados se expresaron como media (\pm desviación estándar) utilizándose el *software* SPSS versión 23.0. Debido a la distribución normal de los datos (Kolmogorov-Smirnov) y a su homocedasticidad, se empleó el coeficiente de Pearson para evaluar la correlación entre las edades cronológicas

y las obtenidas con cada método. Además, se empleó el análisis de varianza (Anova) de un factor para muestras repetidas y la prueba de Tukey para evaluar los resultados de las medidas obtenidas entre los grupos. Finalmente, la exactitud se analizó a través de las diferencias entre las edades cronológicas y las edades estimadas por cada método. Fueron positivos los valores de subestimación y negativos los de sobreestimación y la precisión se obtuvo a través de un análisis de confiabilidad y repetibilidad mediante diagramas de Bland-Altman para visualizar la dispersión. Así, tuvieron mayor exactitud y precisión los métodos cuyos valores resultaron más cercanos a cero. Se consideró una significancia de 0.05.

Resultados

En la tabla 2 se presentan las medias con sus respectivas desviaciones estándar de los métodos empleados agrupados por rangos de edad. Al aplicar la prueba de correlación se halló un coeficiente de Pearson de 0.840; 0.827; 0.878 y 0.828 entre la edad cronológica y los métodos de Prince-Ubelaker (M-B), Prince-Ubelaker (M-N), Ubelaker-Parra y Vilcapoma, respectivamente ($p < 0.01$). Al realizarse la prueba de Anova y la prueba de Tukey se encontró que no existe diferencia significativa entre la edad cronológica y la edad dental de acuerdo con el método de Vilcapoma, mas sí entre estos dos grupos y el resto.

Tabla 2. Estimación de la edad dental según cada método y grupo etario

| Grupo etario | n | EC | Métodos | | | | F | p† |
|--------------|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|---------|
| | | | Prince-Ubelaker (M-B) | Prince-Ubelaker (M-N) | Ubelaker-Parra | Vilcapoma | | |
| 30 a 34 años | 13 | 32.57 ± 1.63 | 35.29 ± 1.99 | 28.14 ± 2.33 | 32.58 ± 3.1 | 37.68 ± 2.67 | 269.07 | <0.0001 |
| 35 a 39 años | 16 | 37.36 ± 1.32 | 37.7 ± 1.92 | 30.57 ± 2.44 | 37.13 ± 3.14 | 41.01 ± 2.76 | | |
| 40 a 44 años | 18 | 43.04 ± 1.57 | 40.44 ± 2.17 | 34.02 ± 2.6 | 41.58 ± 2.99 | 43.75 ± 2.83 | | |
| 45 a 49 años | 19 | 47.14 ± 1.65 | 40.82 ± 1.99 | 34.43 ± 3.03 | 43.05 ± 4.24 | 44.41 ± 2.08 | | |
| 50 a 54 años | 15 | 52.17 ± 1.68 | 44.41 ± 2.6 | 38.71 ± 3.08 | 48.14 ± 3.79 | 48.22 ± 3.08 | | |
| 55 a 59 años | 9 | 56.86 ± 1.12 | 48.79 ± 3.63 | 43.94 ± 4.33 | 53.93 ± 2.73 | 52.92 ± 3.5 | | |
| Total‡ | 90 | 44.45 ± 7.61 ^A | 40.79 ± 4.47 ^B | 34.42 ± 5.37 ^C | 42.13 ± 7.04 ^D | 44.19 ± 5.08 ^A | | |

EC: edad cronológica.

† Prueba de Anova de un factor para muestras relacionadas.

‡ Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar la exactitud de las estimaciones, se encontró que el método de Prince-Ubelaker (M-B) tuvo un promedio de 3.56 años; el de Prince-Ubelaker (M-N), un promedio de 9.91 años;

mientras que los métodos de Ubelaker-Parra y Vilcapoma tuvieron promedios de 2.18 y 0.15 años, respectivamente, como se observa en la figura 2.

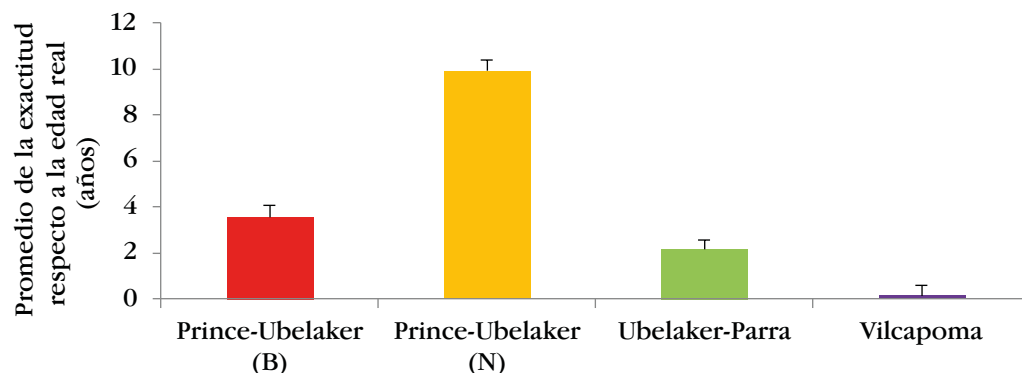


Figura 2. Comparación de la exactitud entre los métodos empleados

En la tabla 3 se observa la estimación de la exactitud agrupados por rango de edad, donde los métodos de Prince-Ubelaker (M-B), Ubelaker-Parra y Vilcapoma mostraron valores de subestimación y sobreestimación más cercanos al valor real en distintos grupos etarios; mientras que Prince-Ubelaker (M-N) mostró únicamente valores de subestimación de la edad estimada con respecto a la edad cronológica.

Tabla 3. Exactitud de los métodos de estimación de edad dental según grupo etario

| Grupo etario | Prince-Ubelaker (M-B) | Prince-Ubelaker (M-N) | Ubelaker-Parra | Vilcapoma |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-------------|
| 30 a 34 años | -2.75 | 4.33 | -0.02 | -5.14 |
| 35 a 39 años | -0.34 | 6.79 | 0.22 | -3.65 |
| 40 a 44 años | 2.6 | 9.02 | 1.46 | -0.71 |
| 45 a 49 años | 6.32 | 12.7 | 4.08 | 2.73 |
| 50 a 54 años | 7.76 | 13.46 | 4.03 | 3.95 |
| 55 a 59 años | 8.07 | 12.91 | 2.92 | 3.94 |
| Total | 3.57 ± 4.58 | 9.92 ± 4.39 | 2.18 ± 3.66 | 0.15 ± 4.46 |

Al analizar la precisión de las estimaciones de cada método (a través de sus repeticiones) se encontró que el método de Prince-Ubelaker (M-B) tuvo una precisión de 3.11; el método de Prince-Ubelaker (M-N), una precisión de 9.82; mientras que los métodos de Ubelaker-Parra y Vilcapoma tuvieron precisiones de 2.07 y 0.14, respectivamente.

Discusión

La odontología forense ha demostrado su gran aporte en el objetivo de la identificación de cadáveres especialmente en la estimación de edad de un individuo en calidad de desconocido, dato de gran relevancia médico-legal.

Diversos autores han intentado determinar fórmulas matemáticas que permitan estimar la edad dental de un individuo basándose en características de los tejidos dentarios, principalmente en las características de aposición dentinaria radicular. Lamendin et al. (18) fueron los pioneros en lograr este objetivo, al encontrar evidencia respecto a que la transparencia de la dentina radicular es directamente proporcional con el aumento de la edad, que se incrementa constantemente, por lo que es bien aceptado que serviría como una herramienta bastante fiable para ayudar a estimar la edad dental de un individuo. Aunque la fórmula matemática de Lamendin es la más usada en el mundo (6), tiene el inconveniente de que su población de estudio es europea (francesa), y no precisamente comparte las mismas características dentales que la población de Latinoamérica. Debido a ello, el objetivo del presente estudio fue determinar qué método de estimación de edad dental, basado en la transparencia de la dentina radicular, brinda resultados más exactos y precisos al aplicarlos en una muestra de estudio peruana. Así, se seleccionaron tres métodos, dos de ellos formulados especialmente para población peruana, dado que diversos autores sostienen que los rangos de error de los resultados disminuyen cuando son formulados a partir de poblaciones con rasgos fenotípicos y genotípicos similares (32), que son el método de Ubelaker-Parra y el método de Vilcapoma, mientras que el tercero fue el método de Prince-Ubelaker, el cual es ampliamente usado y recomendado por la American Board of Forensic Odontology (ABFO) para su aplicación en la estimación de edad dental de cadáveres adultos (30-69 años). Y aunque este último método se originó en dos poblaciones raciales bien diferenciadas (blancos y negros), su uso es aceptado en población hispana (33), debido a que, en la actualidad ya no se puede hablar de una prevalencia masiva de razas nativas, pues vivimos en un mundo de variado mestizaje (34).

Cabe destacar que el método de Prince-Ubelaker posee fórmulas diferenciadas por sexo y ancestría; para los fines del presente trabajo se utilizaron únicamente las fórmulas establecidas para el sexo masculino, ya que la muestra de estudio estuvo compuesta únicamente por dicho sexo. Esta elección se sustenta porque en Perú, la mayor incidencia de muertes por criminalidad (sometidas a autopsia legal obligatoria) se da en personas de sexo masculino (69.5%) (35).

Se evaluaron 90 piezas unirradiculares (incisivos laterales inferiores izquierdos) pertenecientes a 90 cadáveres de sexo masculino de edades comprendidas entre los 30 y los 59 años. Se encontró una alta correlación al comparar los resultados entre la edad cronológica con cada uno de los métodos empleados, aun cuando el de mayor correlación fue el método de Ubelaker-Parra (0.878). De acuerdo con el análisis de Anova y la prueba de Tukey, los

resultados obtenidos por el método de Vilcapoma no tuvieron diferencia significativa con la edad cronológica, lo cual indica que el método de Vilcapoma es más exacto para estimar la edad.

Además, se encontró que el método de Vilcapoma resultó ser más preciso (precisión de 0.14) que el de Ubelaker-Parra (precisión 2.07), y este a su vez que el Prince-Ubelaker (M-B) y el de Prince-Ubelaker (M-N), con precisiones de 3.11 y 9.82, respectivamente, resultado que difiere parcialmente con lo reportado por Vilcapoma (26), quien refiere que el método de Prince-Ubelaker es más exacto y preciso respecto al de Ubelaker-Parra al aplicarlos en población peruana; sin embargo, concuerdan en que el método planteado por Vilcapoma resultó ser el de mayor exactitud y precisión por sobre los dos anteriores. Es adecuado puntualizar que Vilcapoma obtuvo una menor dispersión global, indicado por la desviación estándar de 3.5; mientras que en nuestro estudio dicho valor fue de 5.08, teniendo en cuenta que el tamaño muestral empleado por Vilcapoma (26) es un 40% menor al empleado en este trabajo.

Murrieta-Vela y Vela Vásquez (5), que emplearon una muestra de dientes unirradiculares ($n = 94$) muy similar a la del presente estudio, compararon los métodos de Vilcapoma, Lamendin y Colmenares, y hallaron que el método propuesto por Vilcapoma presentó mayor exactitud para la estimación de edad; sin embargo, también se pudo observar que la precisión obtenida con este método (11.49) representó más del doble que los conseguidos en la presente investigación. Ello se debería a que el 21.3% de la muestra de Murrieta-Vela y Vela Vásquez (5) estuvo conformada por menores de 30 y mayores de 60 años. Esto nos lleva a entender que los métodos que se basan en la transparencia de la dentina radicular nos brindarían resultados más precisos, es decir, menor dispersos, y más exactos al aplicarlos en cadáveres adultos de entre 30 y 60 años, como recomienda la literatura (17).

Al realizar la estratificación por grupos etarios, se observó que para los grupos de 30 a 39 años y de 55 a 59 años (que representan el 42% del total de nuestra muestra), el método de Ubelaker-Parra obtuvo mayor exactitud; mientras que para el grupo etario comprendido entre los 40 y los 54 años (58% del total de la muestra) fue el método de Vilcapoma el más exacto; además, el método de Prince-Ubelaker (M-N), exceptuando al grupo de 30 a 34 años, resultó ser el menos exacto. Dichas observaciones refuerzan lo encontrado los trabajos de Vilcapoma (26) y García Peña (28), donde se puede colegir que, al utilizar métodos de estimación de edad dental establecidos para una población específica, los resultados obtendrán mayor exactitud. Por otra parte, Retamal y Ubelaker (27), al evaluar los métodos de Prince-Ubelaker, Lamendin y Ubelaker-Parra en una muestra chilena ($n = 92$), conformada por una misma cantidad de hombres y mujeres, encontró mayor exactitud en el método de Prince-Ubelaker (M-B) sobre los demás. En este caso, la muestra chilena tendría mayor similitud étnica con los blancos anglosajones, en tanto los resultados poco favorecedores de Ubelaker-Parra se justificarían en que su formulación fue ajustada especialmente para población peruana. Adicionalmente, García Peña (28) sugiere que el método de Vilcapoma presenta mayor precisión en la estimación de la edad al utilizar caninos e incisivos laterales;

mientras que el método de Lamendin presenta mayor precisión al emplearse en incisivos centrales. Dicha variabilidad nos orientó a restringir la muestra del presente trabajo a un mismo grupo dentario, para tener una mayor especificidad y evitar que factores propios de cada pieza dental alteren la comparación de los resultados.

Los resultados exhibieron que a menor edad cronológica existe una propensión de los métodos hacia la sobrestimación, y que a mayor edad cronológica, se tiende a subestimar; no obstante, el método de Prince-Ubelaker ($M-N$) siempre subestimó la edad. De la misma forma, Zorba et al. (17), al comparar los métodos de Lamendin y Prince-Ubelaker en una muestra griega, observaron una mayor sobrestimación en individuos menores de 30 años y una muy alta subestimación de edad en individuos mayores de 60 años. Este último hallazgo podría deberse a la condición general en la que se encuentran las piezas dentales en personas de estas etapas de vida. Con base en estos resultados, cabe mencionar la importancia de trabajar con mucha cautela las estimaciones de edad dental en individuos de edades extremas, pues tanto la exactitud como la precisión tienden a disminuir; por ello, es imprescindible el trabajo interdisciplinario.

Finalmente, respecto a las fórmulas raciales del método de Prince-Ubelaker (M_B-M_N), los resultados indican que la muestra masculina peruana utilizada en el estudio tiene más características dentales en común con la muestra de masculinos blancos de la Colección Terry, utilizada por Prince-Ubelaker (24), que con la muestra masculina negra de la misma colección. A igual conclusión llegaron Retamal y Ubelaker (27) en la muestra chilena tras comparar ambas fórmulas raciales. Asimismo, los métodos que se aplicaron para el presente trabajo tienen su correspondiente coeficiente de determinación (R^2). Entonces, el R^2 para la fórmula correspondiente al método de Prince Ubelaker (24) masculinos blancos es de 0.54 y para masculinos negros es de 0.61; mientras que para la fórmula de Ubelaker-Parra (26) fue de 0.74. Por otro lado, no se ha hallado el R^2 para el método de Vilcapoma en los diversos artículos que lo referencian; sin embargo, fue considerado porque es de aplicación en población peruana, y de acuerdo con los antecedentes ya descritos demostró alta exactitud y precisión. En nuestro estudio no presentamos un R^2 , porque no hemos realizado una fórmula de estimación de edad dental.

Se debe precisar que desde la publicación del método de Lamendin, se han publicado muchos nuevos métodos; sin embargo, los métodos derivados de Lamendin han representado una herramienta de gran beneficio para el caso de estimación de edad adulta, debido a su practicidad, precisión y a que no requieren tecnologías especializadas o un entrenamiento intensivo (1,10). Además, han sido objeto de muchas modificaciones y comparaciones con otros métodos de similar objetivo y se han empleado en diferentes poblaciones para su validación y comprobar su efectividad (1,34). Por último, se destaca que los métodos usados en el presente estudio son convencionales y de utilidad práctica con resultados en poco tiempo. Además, no requieren un equipamiento especializado para el procesamiento de las

muestras, como sí ocurre con otros métodos de estimación de edad dental, que analizan la involución de los tejidos dentarios.

La investigación tuvo como finalidad encontrar el método de estimación de edad dental basado en la transparencia de la dentina radicular que muestre los resultados más precisos y exactos al ser aplicados en una muestra peruana. En este caso, el de Vilcapoma, de acuerdo con las pruebas estadísticas empleadas y comparadas con los diversos estudios encontrados, es el de mejores resultados para la estimación de la edad dental en la muestra estudiada; en tanto que el método de Prince-Ubelaker (M-N) resultó ser el menos exacto e impreciso. Así, el método propuesto por Vilcapoma sería el más adecuado para aplicarlo en la población peruana, dada su simpleza y practicidad.

Es recomendable la comparación y validación de dicho método en una muestra más grande y descentralizada, así como ver su comportamiento al aplicarlo en muestra peruana femenina. Se resalta, así mismo, que la utilidad social del método propuesto es aplicable a nuestra realidad latinoamericana, dada la exactitud y precisión encontrada y a su implementación sencilla en contextos de pocos recursos.

Contribución de los autores

Liz Peralta-Cerro participó en la realización y el diseño de la investigación, así como en la recolección, análisis e interpretación de los datos. Asimismo, en la organización del artículo o revisión de contenido intelectual importante y aprobación final de la versión que se aprobó para publicación.

Erika Alvarado-Muñoz participó en la realización, recolección, análisis e interpretación de los datos. Asimismo, en la organización del artículo o revisión de contenido intelectual importante y aprobación final de la versión que se aprobó para publicación.

Elias Aguirre-Siancas participó en el análisis e interpretación de los datos. Asimismo, en la organización del artículo o revisión de contenido intelectual importante y aprobación final de la versión que se aprobó para publicación.

Conflictos de intereses

Ninguno declarado.

Referencias

1. Corrales Monge S, Fernández Chaves JM. Conceptos básicos sobre el método de Lamendin en la estimación de edad. *Med Leg (Costa Rica)*. 2021 Mar;38(1):89-100.
2. Garizoain G, Petrone S, Plischuk M, Inda A, García M. Evaluation of Lamendin's age-at-death estimation method in a documented osteological collection (La Plata, Argentina). *Forensic Sci Int*. 2020;2. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100060>
3. Suárez C. Eficacia de los métodos utilizados para estimar la edad de personas de 13 a 23 años [tesis de grado en internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; 2016. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4646/Su%C3%A1rez_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: estadísticas de la emigración internacional de peruanos e inmigración de extranjeros, 1990-2017. Perú: OIM; 2018.
5. Murrieta Flores LA, Vela Vásquez SV. Comparación de la técnica de Lamendin, Vilcapoma y Colmenares para estimación de edad de occisos amazónicos en el Ministerio Público-DML II Iquitos [tesis de grado en internet]. Universidad Científica del Perú; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/612>
6. Pulido N, Melo G, Denis E, Zamora A. Análisis Comparativo de la técnica de Lamendin y la técnica de González-Colmenares para estimación de edad en adultos. *Rev Mex Med Forense*. 2017;2(2):11-22.
7. Santosh S, Patil M. Reliability of dental root translucency in age estimation among adults aged between 25 to 60 years-an autopsy study. *S N Medical College*. 2015;4(1):1-7.
8. González SI, Katona A. Antropología dental como herramienta forense. *Fac Odontol UNCuyo*. 2020;14(1):7-13.
9. Adserias J, Nogué L, Zapico S. Setting the light conditions for measuring root transparency for age-at-death estimation methods. *Int J Legal Med*. 2017;1007(10):639-40. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1582-x>
10. Parra RC, Ubelaker DH, Adserias-Garriga J, Escalante-Florez KJ, Condori LA, Buisktra JE. Root dentin translucency and international dental database: forensic methodology for estimation age-at-death in adults using single-rooted teeth. *Forensic Sci Int*. 2020;(317). <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110572>
11. Nedunchezian K, Aswath N, Srinivasan V. Estimación de edad utilizando la transparencia de la dentina radicular: un nuevo enfoque innovador. *J Dent Forensic Sci*. 2018;(10):22-6. https://doi.org/10.4103/jfo.jfds_71_16
12. Garizoain, G, Petrone S, Plischuk, M, Inda A, Errecalde A, Salceda S, García M. Análisis comparativo de medidas de traslucidez lingual y labial como estimadoras de edad. En: Libro de resúmenes de las XIII Jornadas Nacionales de Antropología Biológica, Necochea, Buenos Aires, Argentina; 2017.
13. Bang G, Ramm E. Determination of age in humans from tooth dentine transparency. *Acta Odont Scand*. 1970;(28):3-35. <https://doi.org/10.3109/00016357009033130>
14. Regalado L, del Ángel A, Serrano C. Transparencia radicular y estimación de la edad en una población esquelética proveniente de un cementerio contemporáneo del estado de Hidalgo. México. *ADM*. 2017;74(3):127-32.

15. Manas B, Farzan R, Girish K. Estimación de la edad por deposición secundaria dentina, la translucidez de la raíz, y la aposición de cemento: una única modificación del método de Gustafson. *Eur J Forensic Sci.* 2015;2(3). <https://doi.org/10.5455/ejfs.181209>
16. González Colmenares G. Determinación de la edad en adultos mediante un método dental: aplicación y análisis [tesis de doctorado en internet]. Universidad de Granada (España); 2007. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=72197>
17. Zorba E, Goutas N, Spiliopoulou C, Moraitis K. Una evaluación de los métodos dentales por Lamendin y Prince-Ubelaker para la estimación de la edad adulta en una muestra de griegos modernos. *J Comp Human Biol.* 2018;17-28. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2018.03.006>
18. Lamendin H, Bacino E, Humbert J, Tavernier J; Nossintchouk R, Zerilli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci.* 1992;37(5):1373-9.
19. Baylis S, Basset R. Precision and accuracy of commonly used dental age estimation charts for the New Zealand population. *Forensic Sci Int.* 2017;(277):223-8. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.06.011>
20. Meng-qi H, Si-xuan J, Chen-Xu W, Guang Ch, Teng Ch, Hong Z, Yu-cheng G. Accuracy of the Demirjian, Willems and Nolla methods for dental age estimation in a northern Chinese population. *Arch Oral Biol.* 2020;104875. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.226966>
21. Alsudairi DM, AlQahtani SJ. Testing and comparing the accuracy of two dental age estimation methods on Saudi children: measurements of open apices in teeth and the London atlas of tooth development. *Forensic Sci Int.* 2019;295:226. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.11.011>
22. Moreno Díaz O. Exactitud y precisión [internet]. Ministerio de Educación y Formación Profesional-INTEF; 2020 [citado 2020 ago 18]. Disponible en: http://formacion.intef.es/pluginfile.php/246707/mod_resource/content/1/exactitud_y_precisin.html
23. Deniz F, Kaygısız E, Darendeliler N. Defining dental age for chronological age determination. *IntechOpen*; 2017. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71699>
24. Prince D, Ubelaker D. Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *J Forensic Sci.* 2002;47(1):107-16.
25. Ubelaker D, Parra R. Application of three dental methods of adult age estimation from intact single rooted teeth to a Peruvian sample. *J Forensic Sci.* 2008;53(3):608-11. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00699>
26. Vilcapoma H. Método dental modificado para la estimación de la edad en individuos adultos. *Odontol Sanmarquina.* 2012;15(2):27-30. <https://doi.org/10.15381/os.v15i2.2040>
27. Retamal R, Ubelaker D. Evaluation of three methods of adult age estimation based on root translucency height, periodontosis height and root height in a Chilean sample. *Forensic Oral Pathol J.* 2011;2(4):16-9.
28. García Peña KJ. Estimación de la edad cronológica en adultos mediante tres métodos dentarios, Universidad Andina Cusco-2017 [tesis de grado]. Universidad Andina del Cusco (Perú); 2018.

29. Douglas H, Khosrowshahi H. Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sci Res.* 2019;4(1):1-9. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1549711>
30. Solheim T. Dental age estimation: an alternative technique for tooth sectioning. *Am J Forensic Med Pathol.* 1994;5(2):181-4.
31. Gopika MG, Sunayana M, Dinesh T, Rajmohan M, Naveen, Prabu D, Nagarathinam A. Digital measurement of dentinal translucency in correlation with age maturity-a fact or fiction? *J Indian Forensic Sci.* 2017;1(1)1-8. <https://doi.org/10.5958/0974-0848.2017.00051.3>
32. Quispe CS. Estimación de la edad dental adulta: validación del método Ubelaker & Parra en una muestra contemporánea de la región de Cusco, Perú. *Rev Antropol Soc.* 2022;24(1):83-102. <https://doi.org/10.17151/rasv.2022.24.1.4>
33. Dental Age Estimation Committee. Adult dental age assessment technique chart [internet]. American Board of Forensic Odontology; 2018. Disponible en: <https://abfo.org/age-estimation-guidelines/>
34. Paiva Netto J. El mestizaje del mundo es inevitable [internet]. 2000. Disponible en: <https://www.paivanetto.com/es/derechos-humanos/el-mestizaje-del-mundo-es-inevitable>
35. Ministerio Público de la Nación. Criminalidad común: violencia e inseguridad ciudadana 2013-2018 [internet]. Lima; 2018. Disponible en: https://www.fiscalia.gob.pe/Docs/0/files/02_criminalidad_comun.pdf