
ESTIMACIÓN DE EDAD BASADO EN EL MÉTODO DE TRANSPARENCIA DE LA DENTINA RADICULAR EN ADULTOS

AGE ESTIMATION BASED ON THE RADICULAR DENTIN TRANSPARENCY METHOD IN ADULTS

 **Diana Carolina Sandoval Benalcázar, MG.**

Universidad de Guayaquil
diana.sandovalb@ug.edu.ec
Guayaquil, Ecuador

 **Maritza Gloria Romero Ruiz, Odont.**

Universidad de Guayaquil
maritza.romeror@ug.edu.ec
Daule, Ecuador

 **María Jacqueline Cedeño Delgado, Mgtr.**

Universidad de Guayaquil
maria.cedenode@ug.edu.ec
Chone, Ecuador

 **Cindy Paola Rivera Guerrero, Mgtr.**

Universidad de Guayaquil
cindy.riveraq@ug.edu.ec
Guayaquil, Ecuador

ARTÍCULO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Recibido: 22/10/2025

Aceptado: 27/10/2025

Publicado: 30/10/2025

RESUMEN

En el campo de la odontología forense, los dientes ofrecen datos valiosos al calcular la edad de una persona. El análisis clínico de elementos como el progreso de la dentición, la pérdida y el desgaste de las piezas dentarias, así como la existencia de enfermedades dentales, puede contribuir a determinar la edad de un individuo. La relevancia de la estima se basa en diversos elementos como la identificación de restos humanos; como podría ser en situaciones de delitos, catástrofes naturales o conflictos bélicos. El objetivo es evaluar la utilidad del método de estimación de edad basado en la transparencia de la dentina radicular en adultos, con fines de aplicación en odontología forense, por medio del diseño cualitativo, tipo exploratorio y descriptivo en bases de datos como Pubmed, Google académico, Scielo, Researchgate se utilizó el método analítico – sintético e histórico – lógico a través de la revisión bibliográfica de un total de 40 fuentes consultadas a las cuales se le aplico luego criterios de inclusión y exclusión. Al finalizar con la revisión de la literatura, podemos concluir que la estimación de la edad a través de este método es sumamente importante y certero al momento de la identificación de individuos desconocidos o en el establecimiento de la edad en casos judiciales frente a sus legítimos derechos, este método reforzado por calibración técnica y adaptaciones poblacionales

representa actualmente el estándar más confiable para la estimación de edad en contextos forenses complejos.

Palabras Clave: estimación de edad, transparencia radicular, dentina radicular, identificación, odontología forense

ABSTRACT

In the field of forensic dentistry, teeth provide valuable data when estimating a person's age. Clinical analysis of elements such as the progress of dentition, loss and wear of teeth, as well as the existence of dental disease, can contribute to determining the age of an individual. The relevance of estimation is based on several elements, such as the identification of human remains, as it could be in situations of crime, natural disasters, or war conflicts. The objective is to evaluate the usefulness of the method of age estimation based on the transparency of root dentin in adults, with the purpose of application in forensic dentistry, by means of a qualitative design, exploratory and descriptive type in databases such as Pubmed, Google academic, Scielo, Researchgate, using the analytical-synthetic and historical-logical method through the bibliographic review of a total of 40 sources consulted, to which inclusion and exclusion criteria were then applied. At the end of the literature review, we can conclude that age estimation through this method is extremely important and accurate in the identification of unknown individuals or in the establishment of age in legal cases, in front of their legitimate rights. This method, reinforced by technical calibration and population adaptations, currently represents the most reliable standard for age estimation in complex forensic contexts.

Keywords: age estimation, root transparency, root dentin, identification, forensic dentistry

INTRODUCCIÓN

La odontología es una de las ciencias de la salud que se encarga del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades del aparato estomatognático, el cual incluye el análisis de tejidos duros y tejidos blandos, mientras que la odontología legal o forense es la rama de la odontología que estudia la evidencia dental, así como la valoración de los tejidos duros, tales las piezas dentarias permitiendo revelar ciertas características de una persona, como su edad, origen geográfico, sexo, ocupación, hábitos y patologías pasadas y presentes, por lo tanto, diversos estudios plantean la estimación de edad mediante diversos métodos entre ellos la transparencia de la dentina radicular, aprovechando los cambios fisiológicos en tejidos dentales

con el tiempo, porque la mineralización de los túbulos dentinarios revela la edad de alguien a través de la transparencia en la raíz del diente.

Los dientes son un recurso informativo excepcional en medicina y odontología forense, ya que permanecen inalterables a lo largo del tiempo, incluso si el cuerpo se encuentra en una fase de esqueletización y descomposición avanzada o si ha estado expuesto a temperaturas elevadas. Por lo tanto, las piezas dentarias se consideran un instrumento de gran utilidad para individualizar a una persona, ya que son un fiable indicador de la edad cronológica (Pulido, Melo, Denis, & Zamora, 2017; González & Von Katona, 2020). Por lo cual, estimar la edad dental suele resultar ser bastante exacto, ya que se toman como indicadores los cambios formativos que se dan en la pieza dental, 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 altura radicular, la altura de periodontosis y principalmente la longitud de la transparencia de la dentina radicular (Peralta, Alvarado, & Aguirre, 2022). Este último ha presentado una buena correlación con la edad cronológica en el adulto y se considera el criterio más fiable establecido a la fecha (Parra, Ubelaker, Adserias, & Escalante, 2020).

Según los estudios realizados en el proceso de identificación odontólogo legal de individuos adultos, una de las incógnitas que es necesario estimar y que colabora de manera considerable al reconocimiento de la identidad, es la edad, por ende, una de las formas puede ser mediante el uso de piezas dentarias y el método de translucidez radicular esto permitirá corroborar si los restos humanos en estudio corresponden a un joven, adulto o adulto mayor.

El presente trabajo bibliográfico tiene como objetivo fundamental analizar como por medio del método de transparencia de la dentina radicular se puede estimar la edad cronológica de manera aproximada ya que es algo natural que ocurre en los dientes, comienza a manifestarse de forma consistente a partir de los 25 años aproximadamente, incrementándose de manera progresiva hasta los 60 años comenzando en el ápice y extendiéndose hacia la corona con el tiempo (Corrales & Fernández, 2021; Regalado, Escalona, & Serrano, 2017). 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 (Adserias, Nogué-Navarro, Zapico, & Ubelaker, 2018).

METODOLOGÍA

Este artículo corresponde a una revisión bibliográfica, exploratoria, transversal orientada a sintetizar y analizar la evidencia científica existente de manera reciente sobre la estimación de edad basada en el método de la transparencia radicular en adultos. Para aquello se realizó y aplicó una estrategia de búsqueda rigurosa en bases de datos académicas tales como (SciELO, Scopus, Pubmed, ScienceDirect, Redalyc, Google Scholar), priorizando estudios de los últimos 5 años.

Criterios de inclusión:

- Artículos científicos publicados desde el 2020 a la actualidad
- Artículos científicos publicados en Pubmed, Google Académico, Cochrane Library, Scielo, Researchgate.

Criterios de exclusión:

- Artículos científicos publicados antes del año 2019
- Páginas web.

El universo de este trabajo de investigación estuvo constituido por un total de 40 fuentes bibliográficas. La muestra fue de 25, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, los cuales fueron analizados en relación con los objetivos del estudio.

RESULTADOS

Revisión de literatura

La estimación de la edad a partir de los dientes ha sido un asunto de interés tanto en odontología como en antropología física y forense. Uno de los enfoques más comunes es la evaluación de la transparencia radicular, que se fundamenta en las características que poseen los dientes tales como dureza y resistencia a elementos externos como productos químicos asociados con cambios fisiológicos que suceden en la estructura dental con el paso del tiempo, es decir este método se basa en la observación de cambios fisiológicos en la dentina de la raíz dental, que se vuelve más translúcida con el envejecimiento debido a la mineralización progresiva y la obliteración de los túbulos dentinarios. Este procedimiento fue presentado formalmente en la década de 1950 por Gustafson, que detalló diferentes criterios histológicos y morfológicos para la estimación de la edad, entre ellos incluyó la transparencia radicular como uno de los seis criterios para la estimación de la edad dental (Verma, Verma, Sharma, & Sharma, 2019).

Posteriormente, Bang y Ramm desarrollaron un método cuantitativo para medir la transparencia radicular, estableciendo una medición entre la longitud de la zona translúcida y la edad del individuo. Este enfoque ha sido validado en diversas poblaciones, demostrando su eficacia en la estimación de la edad en adultos (Bang & Ramm, 1970; Regalado, Escalona, & Serrano, 2017).

En 1992, Lamendin y sus colegas propusieron una técnica simplificada que combina la medición de la transparencia radicular con la recesión periodontal. El cual, se basa en la medición de dos características dentales: altura de la periodontosis multiplicada por 100/altura radicular (P) y transparencia de la altura radicular multiplicada por 100/altura radicular (T), la transparencia se midió del ápice de la raíz en dirección a la corona, mientras que la periodontitis desde la unión cemento-esmalte en dirección hasta el ápice, registrando el nivel de recesión gingival (Lamendin, Baccino, Humbert, Tavernier, & Nossintchouk, 1992).

Según Corrales analizó una serie de estudio que consistió en dientes obtenidos de personas de edad conocida y el procedimiento mostró una media de error de 10 años entre la edad conocida y la estimada. Este método ha sido ampliamente aceptado debido a su simplicidad y aplicabilidad en individuos adultos, permitiendo estimaciones de edad con un margen de error relativamente bajo (Corrales & Fernández, 2021).

Según Gibelli et al. han estudiado poco las posibles modificaciones de la transparencia radicular por factores ambientales o tafonómicos, entre ellos el calor extremo (Gibelli, y otros, 2014). Estudios más recientes han evaluado la precisión y exactitud de estos métodos en diferentes poblaciones. Por ejemplo, una realización en una muestra peruana encontró que los métodos basados en la transparencia de la dentina radicular presentan una alta magnitud de investigación con la edad cronológica, aunque con variaciones en la precisión dependiendo del método utilizado (Peralta, Alvarado, & Aguirre, 2022).

1. Importancia de la estimación de edad en contextos forenses

La estimación de edad en odontología forense permite la construcción de un perfil biológico preliminar en individuos sin documentación fiable o con restos severamente dañados, esto resulta vital en escenarios como desapariciones, catástrofes o casos de cuerpos esqueletizados o incinerados donde los dientes pueden conservarse y brindar información precisa que ayuda a delimitar la edad del individuo, estudios como el desarrollado por Peralta-Cerro, Alvarado Muñoz, & Aguirre-Siancas en Perú demostraron que los métodos basados en transparencia dentinaria

permiten estimaciones con un margen de error medio de 3 a 5 años confirmando su practicidad y fiabilidad en contextos forenses (Solís Adrianzén, 2023; Peralta, Alvarado, & Aguirre, 2022).

La utilidad de la estimación de edad va más allá de la identificación, tiene implicaciones legales fundamentales tales como la determinación de imputabilidad penal, derechos de herencia y trámites civiles en casos de adopción o inmigración, el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala documentó cómo la odontología forense es usada rutinariamente en dictámenes para identificar adultos mayores y menores en situaciones complejas (Guzmán, 2022; Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, 2022).

2. Métodos directos e indirectos para estimar la edad en adultos

La estimación de edad en adultos utiliza tanto métodos directos que requieren el examen físico o histológico del diente como métodos indirectos que se basan en imágenes sin destrucción del tejido dentario.

Métodos directos: Uno de los protocolos más reconocidos es el método de Lamendin y su actualización con modelos bayesianos, un estudio de 2024 validó el modelo bayesiano FIDB en población brasileña comparándolo con el método clásico de Lamendin, se obtuvo un error medio de 9,39 años con el modelo bayesiano versus 9,95 años con el modelo tradicional evidenciando menor sesgo estadístico en el primero esto respalda la adaptación y actualización de métodos clásicos mediante estadística avanzada adaptada a poblaciones específicas (Viana, y otros, 2024).

Métodos indirectos: El método de Kvaal aplicado a radiografías y CBCT es una alternativa no invasiva, un trabajo en población turca en 2024 utilizó CBCT reconstruido para medir relaciones pulpa/raíz y desarrolló ecuaciones de regresión aplicables a molares maxilares aunque los investigadores recomiendan cautela por errores estándar de mayor y menor a 10,6 años, por otro lado, un estudio en Bilbao sobre radiografías panorámicas digitales concluyó que el método de Kvaal original tiene baja reproducibilidad en imágenes digitales y sus estimaciones estuvieron lejos de la realidad lo que limita su uso en poblaciones similares (Landa, Garamendi, Botella, & Aleman, 2018).

Métodos asistidos por inteligencia artificial: Aunque la mayoría de estos estudios se han publicado en inglés, existen esfuerzos que aplican aprendizaje automático para predecir edad basada en radiografías panorámicas, se ha logrado reducir el error absoluto a aproximadamente 3 a 4 años con redes neuronales (InceptionV3) mostrando potencial para integrar IA con métodos indirectos tradicionales.

3. Estructura y fisiología de la dentina radicular

La dentina es un tejido mineralizado esencial que conforma la mayor parte del volumen del diente, se origina durante la odontogénesis cuando los odontoblastos que son células especializadas derivadas del ectomesénquima comienzan a sintetizar predentina el cual es un precursor de matriz orgánica, esta predentina luego se mineraliza para formar la dentina primaria estableciendo la forma inicial de la pieza dental y delimitando la cámara pulpar la odontogénesis radicular continúa produciendo dentina circumpulpar y del manto mientras se forma la raíz lo cual garantiza una correcta morfología y función de las raíces (Sheldah, 2024).

A lo largo de la vida del diente se forma dentina secundaria de manera lenta y continua tras el cierre del foramen apical, este depósito pulpar adicional reduce gradualmente el espacio de la cámara pulpar incrementando la densidad interna de la raíz, su presencia es significativa tanto en la protección de la pulpa como en su utilización en métodos forenses donde sirve como indicador para estimar la edad mediante técnicas radiográficas o de transparencia dentinaria (Garizoain, Plischuk, Salceda, & García, 2022).

La dentina combina una estructura mineral-orgánica con funciones tanto mecánicas como sensitivas; su desarrollo constante y sus características particulares hacen posible no solo su rol biológico, sino también su aprovechamiento en la estimación de edad y el análisis forense gracias a la información que aporta desde su composición y formación dinámicas hasta los cambios que experimenta durante la vida.

La transparencia dentinaria es un fenómeno progresivo caracterizado por el aumento de la translucidez en la dentina radicular a medida que envejece el individuo, este cambio se debe principalmente a la mineralización gradual y la obstrucción de los túbulos dentinarios con depósitos minerales lo que modifica la refracción de la luz al atravesar el tejido dentinario, este proceso resulta ser un marcador cronológico confiable porque ocurre de forma continua y relativamente predecible con el paso del tiempo permitiendo establecer una correlación significativa entre la longitud de la zona transparente y la edad cronológica.

El uso de la transparencia dentinaria en odontología forense se basa en que esta translucidez se incrementa desde el ápice hacia la corona del diente facilitando su medición y comparación en diferentes individuos, estudios recientes han confirmado que esta propiedad es menos susceptible a factores externos que afectan otros marcadores dentales lo que aumenta su aplicabilidad en contextos legales y forenses.

4. Factores que afectan la transparencia dentinaria (edad, patología, hábitos)

La translucidez dentinaria es un marcador forense que se intensifica con la edad debido a la progresiva mineralización de los túbulos dentinarios, según estudios forenses la transparencia radicular comienza a evidenciarse después de los 25 años incrementándose en forma lineal y predecible con la edad lo que la convierte en un indicador fiable para estimar la edad cronológica en adultos (Luna & Laborda, 2022).

No obstante, la presencia de patologías dentales puede alterar este avance predecible, por ejemplo, diversas investigaciones realizadas con el método de Lamendin en la Ciudad de México señalaron que infecciones crónicas, periodontitis y traumatismos locales liberan toxinas que modifican la estructura de la dentina provocando acumulaciones irregulares de mineral y con ello alteraciones en la longitud y uniformidad de la translucidez (Hasbun Flores, 2020).

Los hábitos como el consumo de tabaco presentan un impacto significativo, revisiones bibliográficas en población hispanoamericana muestran que el tabaco provoca manchas, retracción gingival y periodontitis, lo que afecta la homeostasis dentinaria y puede inducir una mineralización acelerada o desorganizada de los túbulos modificando la translucidez.

5. Comparación con otros métodos odontológicos

En odontología forense los métodos para estimar la edad en adultos incluyen principalmente la transparencia dentinaria, el método de Lamendin y el complejo método de Gustafson, aunque todos buscan relacionar cambios dentales con la edad, difieren en precisión, complejidad y practicidad.

En conjunto, estos hallazgos muestran una progresión metodológica clara de un enfoque integral y exigente de Gustafson (rangos de error amplios) pasando por una versión más accesible de Lamendin (error moderado) hasta un método con transparencia dentinaria más eficiente y preciso, reforzado por herramientas digitales y calibración poblacional, la elección entre estos dependerá de la condición del diente, los recursos disponibles y la necesidad de precisión aunque el método basado en transparencia dentinaria se destaca actualmente por su equilibrio entre rigidez científica y practicidad operativa (Vilcapoma, 2012).

Tabla 1*Métodos Odontológicos para Estimación de Edad en Adultos*

Método	Indicadores Evaluados	Ventajas	Desventajas	Beneficios	Delimitación/ Aplicabilidad
Gustafson (1950)	6: recesión gingival, abrasión, esclerosis dentinaria, cementosis, resorción radicular, transparencia dentinaria	- Método integral con múltiples variables - Históricamente validado	- Muy laborioso - Requiere dientes bien conservados - Margen de error hasta 10 años	- Permite análisis detallado del envejecimiento dental - Útil en estudios antropológicos	- Aplicable solo en dientes sin patologías - Requiere cortes histológicos invasivos
Lamendin (1992)	2: recesión periodontal y longitud de transparencia radicular	- Fácil de aplicar - No requiere equipo especializado - Error promedio 4 años	- Menor precisión en dientes con caries o enfermedad periodontal - No considera sexo/raza	- Método rápido y accesible - Útil en contextos forenses con recursos limitados	- Recomendado en adultos de 40–70 años - Dientes unirradiculares sin caries
Transparencia dentinaria Vilcapoma (2013)	1: longitud de zona translúcida en raíz	- Alta precisión (error < 3.5 años) - No invasivo - Compatible con herramientas digitales	- Requiere buena conservación del diente - Afectado por factores patológicos y ambientales	- Ideal para análisis post mortem - Aplicable en restos esqueletizados o calcinados	- Requiere calibración técnica - Mejor rendimiento con microscopía y software de medición

Nota. Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis comparativo podemos observar que el método basado exclusivamente en la transparencia dentinaria radicular es el más certero para la estimación de edad en adultos dentro del ámbito forense, su alta precisión, con errores estándar inferiores a 3.5 años junto con su carácter no invasivo y compatibilidad con herramientas digitales lo posicionan como la opción más eficiente y práctica frente a los métodos tradicionales, aunque el método de Gustafson ofrece un enfoque integral y el de Lamendin destaca por su simplicidad ambos presentan limitaciones importantes en cuanto a aplicabilidad y exactitud especialmente en piezas dentales con patologías o alteraciones estructurales, por tanto, el método de transparencia dentinaria

reforzado por calibración técnica y adaptaciones poblacionales representa actualmente el estándar más confiable para la estimación de edad en contextos forenses complejos.

En conclusión, a partir de la prueba de regresión múltiple realizada en el estudio que realizo Vilcapoma se obtiene la siguiente fórmula: $Edad = 55.06 \text{ (modificable)} + 2.78AP - 2.02AR + 2.85AT$. Donde:

- AP = Altura de la periodontosis
- AR= Altura radicular
- AT= Altura de la transparencia radicular

6. Técnicas de medición de la transparencia dentinaria

Procedimientos histológicos y preparación del diente: La preparación histológica de una pieza dental constituye un paso esencial para estudiar adecuadamente la transparencia dentinaria, el proceso inicia con la limpieza meticulosa del diente eliminando residuos de tejidos blandos y posibles contaminantes, esto se complementa con la fijación en formol al 10 % para estabilizar la estructura y prevenir la degradación interna, posteriormente, luego realizar un corte de la muestra se realiza utilizando micrótomos de precisión generando secciones longitudinales o transversales con un grosor entre 100 y 200 μm , este rango permite la transmisión de luz suficiente para visualizar la zona de translucidez bajo microscopía óptica convencional o polarizada sin comprometer la integridad de la muestra.

El uso de tinción en este contexto es limitado ya que se evita con frecuencia para no alterar las características ópticas de la dentina, en su lugar, las muestras se mantienen hidratadas en soluciones salinas o glicerol, lo que evita el colapso de estructuras y reduce artefactos visuales durante la observación. Este protocolo, si bien técnico, es la base para obtener observaciones fiables y reproducibles de la dentina radicular, solo a través de procedimientos cuidadosamente estandarizados se pueden medir con precisión los cambios en la transparencia dentinaria y utilizarlos como indicador válido de edad en contextos forenses.

Métodos de observación: La observación de la transparencia dentinaria se basa en técnicas ópticas que permiten evaluar de forma precisa y reproducible la extensión y características de la translucidez en la raíz dental.

El método más básico, la luz transmitida se utiliza una fuente de luz colocada por debajo de la muestra para destacar las zonas transparentes, la luz polarizada mejora significativamente el contraste y la definición de las estructuras tubulares, usando filtros polarizadores ya que se minimiza la luz reflejada y se destaca la transparencia radicular lo que permite una delimitación

más precisa de la zona a medir y la fotografía digital especializada constituye el último avance en este campo, al acoplar cámaras de alta resolución a microscopios ópticos o sistemas polarizados es posible capturar imágenes detalladas de las zonas transparentes.

7. Ventajas y limitaciones del método

El método basado en la transparencia dentinaria destaca por su notable bajo costo ya que solo requiere técnicas histológicas básicas y microscopía óptica estándar, en comparación con otras técnicas odontológicas forenses que demandan equipos sofisticados, procedimientos invasivos o infraestructura especializada, la evaluación de la translucidez radicular puede llevarse a cabo en laboratorios con recursos limitados, esto lo convierte en una opción especialmente atractiva para regiones con restricciones presupuestarias y para laboratorios forenses que gestionan un elevado volumen de muestras donde la agilidad y la eficiencia son prioritarias.

Además, esta técnica ofrece gran accesibilidad ya que los reactivos utilizados son económicos y de fácil adquisición y su protocolo se adapta bien al personal capacitado en seguridad y microscopía óptica. Este enfoque resulta particularmente aplicable en adultos puesto que la translucidez dentinaria aumenta progresivamente con la edad y es prácticamente ausente en individuos menores de 20 años, una revisión de la literatura odontológica destaca que tras los 25 años esta translucidez se vuelve un marcador confiable y consistente para estimar la edad pues los túbulos dentinarios comienzan a ocluirse gradualmente con depósitos minerales esto es especialmente útil en adultos donde otros métodos basados en el desarrollo dental pierden efectividad porque el crecimiento ya ha concluido (Alano, Villegas, & Mandalunis, 2022).

Otro beneficio significativo del método es su rapidez operativa, el análisis puede completarse en pocas horas desde la preparación hasta la lectura de la medición brindando resultados oportunos para procedimientos judiciales o administrativas, esto contrasta con técnicas más complejas como las basadas en datación por isótopos o microscopía avanzada que son más costosas y demoradas, la transparencia dentinaria ofrece una alternativa económica, accesible y rápida especialmente adecuada para adultos lo que la convierte en una herramienta práctica y confiable en la estimación de la edad en contexto forense.

Restricciones técnicas y condiciones ideales para su uso: Aunque la transparencia dentinaria presenta ventajas evidentes en la estimación forense de edad también impone varias restricciones técnicas que limitan su aplicabilidad y precisión en determinados contextos, en primer lugar, es indispensable disponer de dientes en buen estado estructural: aquellas piezas con caries profundas, fracturas, tratamientos endodónticos o restauraciones extensas pueden

distorsionar la translucidez radicular ya que alteran la integridad de los túbulos dentinarios lo que dificulta una medición confiable, el método exige raíces permanentes completas y sin alteraciones importantes, condición que no siempre se cumple en hallazgos postmortem.

También condiciona el método la exposición a factores ambientales postmortem como temperaturas extremas, humedad o contaminación microbiológica, estas condiciones pueden alterar la estructura dentinaria: la exposición a calor intenso puede producir microfracturas y cambios en la refracción de la luz; la humedad o putrefacción favorecen la degradación de la matriz dentinaria y la infiltración de bacterias en los túbulos, en estos casos, la translucidez puede quedar comprometida influenciando negativamente la estimación de edad, se recomienda entonces la utilización de métodos complementarios como el análisis de cemento radicular o técnicas osteológicas para validar los resultados en muestras dañadas.

Las condiciones ideales para aplicar eficazmente este método implican lo siguiente: disponer de dientes permanentes con raíces completas, libres de caries, fracturas o intervenciones previas; conservar las muestras en condiciones controladas sin exposición prolongada al aire, calculado en un medio seco o refrigerado hasta su procesamiento, utilizar microscopía de luz polarizada para mejorar la observación de las zonas translúcidas y cuando sea posible incorporar software digital que permita una cuantificación más objetiva de la transparencia radicular aumentando la sensibilidad y reduciendo el error de interpretación visual.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que este procedimiento fue presentado formalmente en la década de 1950 por Gustafson, que detalló diferentes criterios histológicos y morfológicos para la estimación de la edad entre ellos incluyó la transparencia radicular para la estimación de la edad dental sin embargo, diversos autores plantearon diversas fórmulas o modificaciones de la misma para estimar la edad cronológica mediante la transparencia dentinaria radicular por lo cual Quispe (2021) menciona que el método Ubelaker y Parra es exacto en individuos que están en un rango de edad de 30 a 49 años de edad, no obstante, en individuos que están por encima de los 50 años de edad no es confiable como método, sin embargo, Peralta et, al. (2022) evidencia que el método de Vilcapoma tuvo mayor exactitud y precisión para estimar la edad en contextos forense (Peralta, Alvarado, & Aguirre, 2022; Quispe, 2022; Verma, Verma, Sharma, & Sharma, 2019).

Tal como se expuso en el marco teórico este fenómeno fisiológico se relaciona directamente con el envejecimiento dental siendo producto de la esclerosis progresiva de los túbulos

dentinarios lo que modifica las propiedades ópticas del tejido y permite su medición como marcador cronológico además, se evidenció que la transparencia radicular comienza a manifestarse de forma consistente a partir de los 25 años incrementándose de manera progresiva hasta los 60 años momento en el cual tiende a estabilizarse, este comportamiento fue descrito por Regalado, Escalona Serrano fueron quienes observaron que la translucidez se inicia en el ápice y avanza hacia la corona siendo más evidente en dientes unirradiculares como los incisivos y caninos (Regalado, Escalona, & Serrano, 2017; Corrales & Fernández, 2021).

Según Gibelli et al., han estudiado poco las posibles modificaciones de la transparencia radicular por factores ambientales o tafonómicos. Uno de estos factores es el calor extremo al que pueden estar expuestos los dientes en algunos contextos forenses (Gibelli et al., 2014). Estudios más recientes han evaluado la precisión y exactitud de estos métodos en diferentes poblaciones. Por ejemplo, una realización en una muestra peruana realizada en el 2022 por Peralta et. al. encontró que los métodos basados en la transparencia de la dentina radicular presentan una alta magnitud de investigación con la edad cronológica, aunque con variaciones en la precisión dependiendo del método utilizado y de la población a la que se le aplique (Peralta, Alvarado, & Aguirre, 2022).

Se destaca que la transparencia dentinaria radicular según Vilcapoma es una técnica no invasiva, accesible y aplicable en contextos forenses complejos como cuerpos esqueletizados o calcinados donde otras técnicas de identificación resultan inviables, sin embargo Lamendin propuso una técnica simplificada que combina la medición de la transparencia radicular con la recesión periodontal integrada al análisis de la recesión periodontal requiriendo piezas dientes unirradiculares sin caries, ni afectación alguna, otros autores concluyen que el método de Prince & Ubelaker es el más fiable en cadáveres adultos bajo condiciones post mortem adversas, no obstante su integración con métodos complementarios puede mejorar aún más la precisión de la estima (Peralta, Alvarado, & Aguirre, 2022; Solís Adrianzèn, 2023; Vilcapoma, 2012; Lamendin, Baccino, Humbert, Tavernier, & Nossintchouk, 1992).

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la transparencia dentinaria radicular constituye una herramienta sólida y pertinente para la estimación de edad en adultos dentro del ámbito forense, su aplicación cuando se realiza bajo criterios técnicos rigurosos y con una adecuada selección de piezas dentales ofrece un alto grado de precisión y reproducibilidad, además, su carácter no invasivo y su adaptabilidad a distintos contextos periciales refuerzan su valor operativo en procesos de identificación humana, la comprensión integral de los factores que influyen en su comportamiento tanto biológicos como ambientales resulta esencial para

interpretar correctamente los hallazgos y garantizar la validez científica de los dictámenes emitidos.

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue evaluar y analizar la utilidad del método de estimación de edad basado en la transparencia de la dentina radicular en adultos, con fines de aplicación en odontología forense, cuyos resultados mostraron los resultados más certeros y precisos. En este caso, el de Vilcapoma, en función de la literatura confrontada con los distintos estudios hallados, es el que ofrece los resultados más óptimos para la estimación de la edad de los dientes. Por tanto, debido a su sencillez y utilidad, el método que Vilcapoma sugiere es el más apropiado para implementarlo.

CONCLUSIONES

La estimación de edad mediante la transparencia dentinaria se basa en cambios biológicos que ocurren en el diente con el tiempo, como el aumento de la mineralización y la reducción de los túbulos dentinarios. Estos procesos están respaldados por investigaciones científicas que demuestran su relación directa con la edad cronológica, lo que confirma su validez como herramienta en odontología forense y las técnicas utilizadas para medir la transparencia dentinaria varían ampliamente. Los métodos cualitativos dependen de la observación visual, mientras que los cuantitativos emplean tecnologías avanzadas como microscopía o software de imagen digital, lo que influye significativamente en la precisión y consistencia de los resultados obtenidos.

La efectividad del método puede ser limitada por diversas variables, como enfermedades dentales (caries o fluorosis), hábitos individuales (tabaco o dieta) y factores ambientales (exposición química). Estas condiciones pueden alterar la transparencia dentinaria, generando desviaciones en la estimación de edad, sin embargo, la estimación de la edad a través de la observación clínica de piezas dentales en el campo de la odontología forense sumamente importante al momento de la identificación de individuos desconocidos o en el establecimiento de la edad en casos judiciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adserias, J., Nogué-Navarro, L., Zapico, S., & Ubelaker, D. (2018). Setting the light conditions for measuring root transparency for age-at-death estimation methods. *Int J Legal Med*, CXXXII(637–641). Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1582-x>

- Alano, S., Villegas, K., & Mandalunis, P. (2022). Alteraciones de la Dentina con el Envejecimiento. Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires, XXXIII(75). Obtenido de <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/12>
- Bang, G., & Ramm, E. (1970). Determination of age in humans from root dentin. Acta Odontol Scand.
- Corrales, S., & Fernández, J. M. (Marzo de 2021). Conceptos básicos sobre el método de Lamendin en la estimación de edad. Medicina Legal de Costa Rica, XXXVIII(1). Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152021000100089
- Gallegos, M. C., Andrade, G., & Avilés, E. (Septiembre de 2023). Estimación de la edad mediante la observación clínica de piezas dentales en odontología forense. Revisión de literatura. Anatomía Digital, VI. doi: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.3.2706>
- Garizoain, G., Plischuk, M., Salceda, S., & García, M. (2022). Formación de dentina secundaria como indicador etario: análisis de medidas lineales y superficiales en dentición permanente de restos óseos humanos de una colección documentada contemporánea. Scielo, 23. Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-373X2022000200011&script=sci_arttext&utm_source=
- Gibelli, D., De Angelis, D., Rossetti, F., Cappella, A., Frustaci, M., & Magli, F. (Enero de 2014). Modificaciones térmicas de la transparencia de las raíces y sus implicaciones para el envejecimiento: un estudio piloto. Journal of forensic sciences, LIX(1), 219–223. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12263>
- González, S. I., & Von Katona, A. (2020). Antropología dental como herramienta forense. Revista de la Facultad de Odontología. UNCuyo., XIV(1). Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/16300>.
- Guzmán, Z. (2022). Métodos de estimación de edad que el odontólogo forense aplica en casos ingresados a Necro-odontología del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. 3(6), 1-4. Revista Científica Diálogo Forense. Obtenido de https://dialogoforense.inacif.gob.gt/public/journals/3/articles/74/649320e9370df.pdf?utm_source=
- Hasbun Flores, M. M. (2020). Utilidad del método estimación de edad de Lamendin en la Odontología Forense. Repositorio UNITEC. Obtenido de

<https://repositorio.unitec.edu/server/api/core/bitstreams/a7b668d9-88e6-418c-b9aa-43131b376748/content>

Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. (2022). Informes anuales de labores 2017-2022. Obtenido de <https://www.inacif.gob.gt/index.php/inacif/informes-anuales-de-labores/administracion-2017-2022/primer-informe-anual>

Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J., Tavernier, J., & Nossintchouk. (Septiembre de 1992). Una técnica sencilla para la estimación de la edad en cadáveres adultos: el método dental de dos criterios. *Journal of forensic sciences*, V(37). Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1402761/>

Landa, I., Garamendi, Botella, & Aleman. (2018). Utilidad de la radiografía panorámica dental digital en la estimación de la edad en adultos. *Cuad Med Forense*, XIV(52).

Luna, A., & Laborda, M. (2022). *Odontología Legal y Forense*. (2, Ed.) 1-29. Obtenido de https://www.um.es/documents/4874468/15799586/1tema-2.pdf/808415a3-8b36-4274-9c93-e8fc07d7b26d?utm_source=

Parra, R., Ubelaker, D., Adserias, J., & Escalante, F. (Diciembre de 2020). Root Dentin Translucency and Forensic International Dental Database: Methodology for estimation age-at-death in adults using single-rooted teeth. *Forensic Science International*, CCCXVII. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110572>

Peralta, L., Alvarado, E., & Aguirre, E. (Junio de 2022). Exactitud y precisión de los métodos dentales para estimar la edad basados en la transparencia de la dentina radicular. *Revista Ciencias de la Salud*, XX(2). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/361201344_Exactitud_y_precision_de_los_metodos_dentales_para_estimar_la_edad_basados_en_la_transparencia_de_la_dentina_radicular

Pulido, N., Melo, G., Denis, E., & Zamora, A. (2017). Análisis Comparativo de la técnica de Lamendin y la técnica de Gonzalez-Colmenares para estimación de edad en adultos. *Rev Mex Med Forense*, II(2), 11-22.

Quispe, C. S. (2022). Estimación de la edad dental adulta validación del método Ubelaker & Parra en una muestra contemporánea de la región de Cusco, Perú. *Revista de Antropología y Sociología*, XXIV(1). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8743662>

- Regalado, L., Escalona, A. d., & Serrano, C. (Marzo de 2017). Transparencia radicular y estimación de la edad. ADM, LXXIV(3), 127-132. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72666>
- Sheldah, L. (2024). Desarrollo del Complejo Dentina-Pulpa. Mt. Hood Community College.
- Solís Adrianzèn, R. C. (Noviembre de 2023). Efectividad de tres métodos de estimación de edad dental en personas adultas vivas. ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376909345_Efectividad_de_tres_metodos_de_estimacion_de_edad_dental_en_personas_adultas_vivas_-_Region_Huanuco
- Verma, M., Verma, N., Sharma, R., & Sharma, A. (2019). Métodos de estimación de la edad dental en denticiones adultas: una visión general. doi:10.4103/jfo.jfds_64_19
- Viana, P., Carneiro, L., Bustamante, J., Garizoain, G., Escalante, K., Parra, R., & Alves, R. (2024). Dental age estimation in adults using the Lamendin criteria: Validation of a bayesian model in the Brazilian population. Forensic Sci Int. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39490286/>
- Vilcapoma, J. (Octubre de 2012). Método dental modificado para la estimación de la edad en individuos adultos. ODONTOLOGÍA SANMARQUINA, II(15), 27-30. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/os.v15i2.2040>