



# Identificación humana por ADN dental en la escena del crimen: del análisis de marcadores genéticos a su extracción forense

Human identification using dental DNA in crime scene investigations:  
from genetic marker analysis to forensic extraction

Identificação humana por DNA dental na cena do crime: da  
análise de marcadores genéticos à extração forense

 **Denisse Linda Turpo-Claudio**<sup>1, a, b, c</sup>

 **Stefani Angie Turpo-Claudio**<sup>1, d</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada San Juan Bautista, Escuela Profesional de Estomatología. Lima, Perú.

<sup>a</sup> Cirujana dentista.

<sup>b</sup> Magíster en Salud Pública.

<sup>c</sup> Especialista en Odontología Forense.

<sup>d</sup> Bachiller en Estomatología.

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una revisión de literatura actualizada sobre la importancia del ADN en la identificación humana y su posible obtención a partir de piezas dentarias en contextos forenses. Se destaca el progreso científico desde el desarrollo del microscopio hasta la investigación del genoma humano, incluyendo la automatización de procesos, el análisis de marcadores genéticos y la extracción de ADN en los dientes. Además, se discuten avances tecnológicos recientes y se detallan los métodos utilizados en la identificación humana por ADN en la escena del crimen, como la tecnología Rapid DNA, el método de genealogía genética forense, el de fenotipado forense de ADN, y el de extracción de ADN de los dientes. Se concluye que la identificación humana por ADN es fundamental para la práctica forense, pues permite resolver casos y establecer relaciones de parentesco; asimismo, se resalta la importancia de mantenerse actualizado en esta área para aplicar eficazmente los avances científicos en la resolución de crímenes.

**Palabras clave:** genética forense; identificación humana; perfil genético; diente; odontología forense.

**Recibido:** 08-01-2024

**Aceptado:** 04-09-2025

**En línea:** 30-12-2025



Artículo de acceso abierto

© Las autoras

© Revista Estomatológica Heredia

## Citar como:

Turpo-Claudio DL, Turpo-Claudio SA. Identificación humana por ADN dental en la escena del crimen: del análisis de marcadores genéticos a su extracción forense. Rev Estomatol Heredia. 2025; 35(4): 345-352. DOI: 10.20453/reh.v35i4.7142

## ABSTRACT

The objective of this study was to review the updated literature on the importance of DNA in human identification and on the possibility of extracting DNA from teeth in forensic contexts. The review highlights scientific progress from the development of microscopy to research on the human genome, including the process automation, the analysis of genetic markers, and DNA extraction from teeth. In addition, recent technological advances are discussed and current methods used for DNA-based human identification at crime scenes are described, including Rapid DNA technology, forensic genetic genealogy, forensic DNA phenotyping, and DNA extraction from teeth. In conclusion, DNA-based human identification is fundamental to forensic practice because it supports case resolution and the establishment of kinship relationships. Therefore, staying updated in this field is essential to effectively apply scientific advances to clinical investigations.

**Keywords:** forensic genetics; human identification; genetic profile; tooth, forensic odontology.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão atualizada da literatura sobre a importância do DNA na identificação humana e sua possível obtenção a partir de peças dentárias em contextos forenses. Destaca-se o progresso científico desde o desenvolvimento do microscópio até a pesquisa do genoma humano, incluindo a automatização de processos, a análise de marcadores genéticos e a extração de DNA a partir dos dentes. Além disso, são discutidos avanços tecnológicos recentes e detalhados os métodos utilizados na identificação humana por DNA na cena do crime, tais como a tecnologia Rapid DNA, o método de genealogia genética forense, a fenotipagem forense do DNA e os procedimentos de extração de DNA a partir dos dentes. Conclui-se que a identificação humana por meio do DNA é fundamental para a prática forense, uma vez que possibilita a resolução de casos e o estabelecimento de relações de parentesco. Ademais, ressalta-se a importância de manter-se atualizado nessa área para a aplicação eficaz dos avanços científicos na resolução de crimes.

**Palavras-chave:** genética forense; identificação humana; perfil genético; dente; odontologia forense.

## INTRODUCCIÓN

La identificación humana por ADN en la escena del crimen representa un avance significativo en la investigación forense, al proporcionar a los profesionales de la justicia una herramienta precisa para la identificación de individuos y el esclarecimiento de delitos. La información genética contenida en el ADN humano es única para cada individuo, por lo que se convierte en un marcador que permite distinguir personas con alta precisión. Las manchas de sangre presentes en escenas de crímenes violentos constituyen una evidencia forense relevante en tanto permiten la reconstrucción de los hechos. No obstante, en algunos casos, los expertos tienen que hacer frente a una escasez de muestras, y someterse a pruebas presuntivas antes del análisis del ADN, corriendo el riesgo de que estas sean descartadas.

Con el aumento de los delitos contra la persona, es importante optimizar el almacenamiento de muestras para evitar la degradación del ADN (1-3). Este método de identificación se ha convertido en una piedra angular para

la resolución de crímenes, ya que ofrece una capacidad sin precedentes para establecer vínculos definitivos entre un sospechoso, una víctima y la escena del delito. Desde su introducción, la tecnología de identificación por ADN ha transformado la manera en que se abordan investigaciones criminales, proporcionando evidencia irrefutable que puede ser crucial en la determinación de la culpabilidad o inocencia de un individuo (4, 5).

El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión de la literatura actualizada sobre la importancia del ADN en la identificación humana y su posible obtención a partir de piezas dentarias en contextos forenses.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en las bases de datos PubMed, Scopus, EBSCO y Google Scholar, empleando como términos de búsqueda los descriptores del Medical Subject Headings (MeSH) y los Descripto-

res en Ciencias de la Salud (DeCS): «genética forense», «identificación humana», «perfil genético», «diente» y «odontología forense». Se incluyeron artículos originales, revisiones, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre 2018 y 2023. Se seleccionaron 20 artículos significativos para la revisión, lo que permitió integrar evidencia científica actualizada y de alta calidad, proveniente de diversas fuentes y con distintos enfoques metodológicos.

### Desarrollo de la identificación humana por ADN en la escena del crimen

El interés humano por explorar los organismos ha impulsado el estudio de la genética desde los filósofos antiguos hasta Mendel y sus leyes de la herencia. El microscopio permitió estudiar detalladamente las células y los cromosomas. En los siglos XX y XXI, se realizaron intentos de replicar especies, como la famosa oveja Dolly, así como la investigación del genoma humano, que buscaba mejorar la salud y la calidad de vida (6).

El ADN, o ácido desoxirribonucleico, es el material genético fundamental del genoma humano, esencial para la creación y el mantenimiento de los organismos. Su estructura bicatenaria de nucleótidos forma una doble hélice. Las bases adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T) transmiten la información genética. El ADN es crucial para la identificación humana y el diagnóstico de enfermedades mediante alteraciones genéticas y epigenéticas (6). En ese sentido, las pruebas de ADN, con mayor poder discriminatorio que las huellas dactilares o los marcadores clásicos, son fundamentales para la identificación y resolución de crímenes, ya que aportan certeza a la evidencia incriminatoria (7).

En la ciencia forense, el desarrollo de metodologías y marcadores genéticos ha experimentado un avance significativo. Desde la introducción de marcadores clásicos, como los grupos sanguíneos, hasta la incorporación de técnicas más sofisticadas, como la huella genética de Alec Jeffreys en 1985, se ha evidenciado una evolución hacia métodos basados en el análisis del ADN, como los polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción (*Restriction Fragment Length Polymorphism*, RFLP), las sondas multilocus (*Multilocus Probes*, MLP) y el número variable de repeticiones en tándem (*Variable Number of Tandem Repeats*, VNTR).

Los RFLP permiten detectar variaciones en la secuencia de ADN mediante enzimas de restricción, mientras que las MLP posibilitan la identificación de múltiples loci polimórficos en una sola prueba. A pesar de su utilidad inicial, los VNTR, que son secuencias de ADN en las que un corto segmento de nucleótidos se repite un número variable de veces, fueron reemplazados por las sondas de locus único (*Single-Locus Probes*, SLP), las cuales permiten detectar variaciones en un locus único,

superando las limitaciones de interpretación y reproducibilidad. Por otro lado, la reacción en cadena de la polimerasa (*Polymerase Chain Reaction*, PCR), desarrollada por Kary Mullis en 1983, permite la amplificación eficiente de ADN, incluso a partir de muestras mínimas, como células individuales, facilitando la identificación forense con marcadores como los VNTR y, posteriormente, las repeticiones cortas en tándem (*Short Tandem Repeats*, STR). Así pues, las secuencias cortas repetitivas han revolucionado la genética forense, al permitir la amplificación eficiente a partir de mínimas cantidades de ADN y facilitar la automatización y rapidez en la obtención de perfiles genéticos en muestras biológicas simples, como sangre o saliva (8).

### Uso de la tecnología de ADN rápido en la escena del crimen

En la investigación forense contemporánea, la tecnología Rapid DNA ha emergido como una herramienta revolucionaria. Diseñada para automatizar la obtención de perfiles de ADN a partir de muestras bucales, esta tecnología simplifica el proceso de análisis, reduciendo significativamente la dependencia de especialistas. El sistema de identificación rápida de ADN (*Accelerated Nuclear DNA Equipment*, ANDE), aprobado por el Sistema Nacional de Índices de ADN (National DNA Index System, NDIS) del FBI en 2018, integra el instrumento ANDE 6C, chips A e I, y el *software* Expert System. Asimismo, utiliza el ensayo multiplexado FlexPlex27, permitiendo la evaluación simultánea de 27 loci STR. Los perfiles de ADN obtenidos se pueden buscar automáticamente en la base de datos del FBI mediante el Sistema de Índice Rápido de ADN (*Rapid DNA Index System*, RDIS).

El ANDE ha demostrado su eficacia en la identificación rápida de muestras forenses, incluyendo restos humanos y pequeñas muestras biológicas, como en el incendio Camp Fire en California en 2018. Este sistema fue fundamental para la rápida identificación de víctimas en un período de tiempo récord tras su recuperación. Además, en EE. UU. y a nivel global, las fuerzas del orden y los militares lo han implementado para combatir delitos, como la trata de personas y la agresión sexual (1).

A pesar de su efectividad documentada, la implementación de la tecnología Rapid DNA enfrenta desafíos significativos, como la variabilidad en tipos y calidad de muestras, así como la exposición ambiental y la edad del ADN. Estos obstáculos deben abordarse para maximizar la eficacia y fiabilidad de esta tecnología en aplicaciones forenses críticas (2).

### Genealogía genética forense

La genealogía genética forense (*Forensic Genetic Genealogy*, FGG), desarrollada a partir de 2018, combina el uso de árboles genealógicos familiares con el análisis

genético. Esta innovadora metodología se ha aplicado exitosamente en numerosos casos no resueltos en los EE. UU., proporcionando pistas y permitiendo la identificación de individuos desconocidos. La proliferación de la oferta de pruebas de ADN y el interés público en la ascendencia genética han ampliado la disponibilidad de datos genéticos humanos. Actualmente, existen bases de datos públicas de genealogía genética de la población a nivel mundial. La genealogía genética, empleada por aficionados y profesionales, analiza conexiones genéticas en árboles genealógicos a través de datos de ADN de los consumidores (9).

Michael et al. (10) destacan la colaboración entre antropólogos, genealogistas forenses y policías para la identificación de un difunto de un caso de homicidio que llevaba más de cien años sin resolver. Restos hallados en 1979 y 1991 fueron identificados en 2019 mediante genealogía genética, analizando microestructura ósea, trauma y pruebas históricas. Este caso resalta la importancia de integrar técnicas forenses avanzadas para resolver crímenes históricos. Por tanto, la FGG combina secuenciación avanzada de ADN con métodos genealógicos para resolver crímenes violentos e identificar restos humanos, expandiendo así los enfoques de evidencia forense.

### Fenotipado forense de ADN

El fenotipo es la manifestación física del genotipo. El fenotipado forense de ADN (*Forensic DNA Phenotyping*, FDP) consiste en el análisis genético que predice características físicas de individuos desconocidos o fallecidos a partir de muestras biológicas obtenidas en la escena del crimen. Este enfoque complementa el análisis tradicional de ADN basado en marcadores STR, el cual es fundamental pero limitado cuando no existen coincidencias en las bases de datos.

Mediante el uso de polimorfismos de un solo nucleótido (*Single Nucleotide Polymorphism*, SNP), el FDP, al superar las limitaciones del multiplexado de STR, permite inferir rasgos como ascendencia, altura y color de piel, ojos y cabello. Por tanto, los SNP, abundantes y automatizables, mejoran la precisión del análisis forense y la identificación de individuos desconocidos (3).

El análisis forense de ADN compara perfiles genéticos obtenidos en la escena del crimen con los perfiles de sospechosos que se encuentran en bases de datos, lo que facilita identificar delincuentes desconocidos y vincular delitos. No obstante, si no se encontraran coincidencias STR, otras pruebas genéticas serían clave para resolver casos y capturar delincuentes (5). En este sentido, el análisis de SNP resulta prometedor para estudiar variabilidad fenotípica y origen biogeográfico, reduciendo el número de posibles donantes a un grupo

más pequeño con características visibles y ascendencia inferida del ADN.

### Extracción de ADN de los dientes

La identificación por ADN de restos humanos cumple una función importante en la ciencia forense; sin embargo, factores ambientales pueden afectar su preservación molecular. En este contexto, resulta clave la participación de los odontólogos forenses en investigaciones de escenas del crimen. Los dientes, resistentes a las condiciones ambientales adversas, se han vuelto fundamentales en el análisis *post mortem* en tanto permiten estimar la edad de la víctima, determinar su grupo sanguíneo y facilitar la identificación en desastres masivos. Además, facilita la correlación entre las marcas de mordeduras y las huellas dentales del sospechoso. En este sentido, se ha prestado especial atención a metodologías de extracción de ADN de muestras de tejido duro debido a su longevidad.

La elaboración de perfiles de ADN forense mediante la tipificación de STR permite discriminar genéticamente entre individuos. Esto se basa en gran medida en análisis comparativos con perfiles de personas conocidas, lo que puede verse como una limitación en algunos casos. Aun así, sigue siendo el método de identificación con mayor certeza, especialmente cuando se utiliza junto con la odontología y la huella dactilar (7, 11).

Aunque el ADN es una herramienta óptima en la identificación de restos humanos, ciertos entornos *post mortem* no lo son para su preservación. Además, a medida que avanza el proceso de descomposición, la selección de fuentes de ADN de alto rendimiento se reduce, por lo que, a menudo, se prefieren las muestras de huesos y dientes debido a su longevidad en una amplia variedad de contextos *post mortem*. Las muestras de tejido duro (huesos y dientes) se someten a procesos mucho más laboriosos para extraer la molécula de ADN; por tanto, resulta importante la investigación para mejorar y facilitar la extracción exitosa de ADN de este tipo de muestra, considerando que muchos casos humanitarios y médico-legales involucran restos de esqueletos humanos.

El hueso es uno de los materiales más fuertes, siendo el esmalte (parte de la corona del diente) el tejido más duro del cuerpo con propiedades de resistencia similares al acero; sin embargo, por ser en gran medida avascular, no se considera una fuente útil de ADN. En cambio, sí lo son otras regiones, como la pulpa vascularizada, el cemento y la dentina, que contienen odontoblastos, cementocitos y fibroblastos (12). Gawali et al. (13) evaluaron la idoneidad de tejidos dentales y hueso alveolar como fuentes de ADN para la investigación forense, revelando que la dentina es la mejor fuente de ADN, con bajos niveles de desequilibrio heterocigoto; la pulpa dental



proporciona la mayor cantidad de ADN, aunque con desequilibrios heterocigotos significativos; el cemento dental es menos favorable; y el hueso alveolar muestra un alto rendimiento de ADN y es una fuente alternativa confiable para análisis forenses.

Sobre el muestreo del diente para extracción de ADN, se han descrito diversos procedimientos que abarcan la sección de los dientes horizontalmente (en la unión cemento-esmalte) o verticalmente (hasta la punta de la raíz), raspado y aspiración. En el método de sección horizontal modificado, el diente se marca circunferencialmente 1 mm por debajo de la unión cemento-esmalte con una fresa redonda de mango largo, dejando un istmo de 2 a 3 mm de ancho de estructura dental intacta en la superficie vestibular. Este método ofrece numerosos beneficios, como su simplicidad, accesibilidad, conservación tanto de la parte superior como de la raíz del diente, y la posibilidad de restaurar el diente casi en su estado original (14).

Otro método consiste en el seccionamiento horizontal del diente con extirpación de la pulpa dental de la cámara y trituración de la raíz restante hasta obtener un polvo fino, el cual puede usarse por separado para la extracción de ADN. Por otro lado, se tiene el triturado de los dientes o el triturado criogénico, el cual permite obtener una cantidad suficiente de material genético mediante el uso de un molino congelador que pulveriza los dientes bajo condiciones estériles y criogénicas con nitrógeno líquido; sin embargo, este procedimiento puede provocar la destrucción total de la muestra dental (14).

Ante este escenario, en los últimos años, han ganado importancia los métodos conservadores, que preservan las muestras dentales en lugar de tallar el diente, especialmente en muestras arqueológicas o de museo. La pulpa dental, rica en material genético, se puede recoger accediendo a la cámara pulpar mediante la preparación de la cavidad de acceso convencional. Esta técnica destaca por su simplicidad, bajo costo y conservación de la integridad dental, lo que resulta relevante en investigaciones forenses (14).

En estudios forenses, los restos dentales son cruciales cuando no se dispone de tejidos blandos adecuados. En este contexto, Carrasco et al. (15) evaluaron la eficacia de un flujo de trabajo para el análisis de ADN nuclear a partir de muestras dentales en casos de personas desaparecidas o víctimas de desastres, y en los que el tejido blando no está disponible. Tradicionalmente, estas muestras pueden producir ADN de baja calidad o escasa cantidad, por lo que el flujo de trabajo que proponen emplea el kit DFK<sup>MR</sup> para la extracción y el kit QuickExtract<sup>TM</sup> FFPE para mejorar la recuperación del ADN, así como los kits InnoQuant<sup>®</sup> HY y ForenSeq<sup>®</sup> para realizar una cuantificación sensible y un genotipado simultáneo de 231 marcadores de STR y SNP. Resul-

tados preliminares con muestras de sangre degradadas son prometedores, lo cual demuestra la sensibilidad del sistema. El método también muestra éxito en muestras dentales con intervalos *post mortem* de 8 días a 6 meses, proporcionando perfiles informativos de ADN de SNP y STR, lo cual destaca su utilidad en condiciones adversas para la identificación forense.

En el estudio de Heathfield et al. (16), se evaluaron 52 dientes de tres personas fallecidas, para lo cual se utilizó el kit QIAamp<sup>®</sup> DNA Investigator y fenol-cloroformo para la extracción de ADN. Contrario a las recomendaciones, los premolares y caninos dieron mejores perfiles de ADN que los molares. La presencia de empastes afectó negativamente la cantidad y calidad del ADN, lo que posiblemente explicaría el rendimiento deficiente de los molares. Los dientes afectados por periodontitis exhibieron una mejora significativa en concentración, integridad y éxito en la elaboración de perfiles de ADN en comparación con dientes sanos, debido posiblemente a la mayor presencia de glóbulos blancos en el sitio. Asimismo, no se observaron diferencias significativas en el éxito del perfilado de ADN entre los dos métodos de extracción. La obtención de información adicional de perfiles de ADN a partir de muestras degradadas puede contribuir a reducir la carga de restos humanos no identificados.

Así pues, la aplicación de la tecnología del ADN ha revolucionado los procedimientos de identificación forense desde su aparición hace más de 35 años. A partir de los antecedentes mencionados, puede afirmarse que los dientes, debido a la alta calidad de ADN que preservan en comparación con otras partes del cuerpo, constituyen un recurso fundamental en la investigación forense, destacándose como una valiosa fuente genética que impulsa el desarrollo y el incremento de investigaciones al respecto.

## DISCUSIÓN

En 1983, Kary Mullis desarrolló la PCR para amplificar el ADN, revolucionando la biología molecular y la identificación forense. Posteriormente, los STR, fácilmente amplificables, mejoraron la sensibilidad y la robustez con mínimas cantidades de ADN (8). En la actualidad, se ha desarrollado el análisis de ADN rápido para aplicaciones en la escena del crimen. La tecnología Rapid DNA, como el sistema ANDE, automatiza la obtención de perfiles de ADN a partir de hisopados bucales, eliminando la necesidad de análisis extensivos (1). En este contexto, la Ley de ADN Rápido de 2017, en EE. UU., impulsó el interés en tecnología de ADN rápido para el análisis forense (2).

La investigación de Bowman et al. (17) respalda la aplicación forense de Rapid DNA, destacando su eficacia en la identificación de víctimas de desastres. Asimismo, esta

tecnología proporciona perfiles de ADN en el momento del arresto, reduciendo la necesidad de revisión por analistas. Se explora su uso tanto sin revisión como modificado, aplicándolo con éxito en escenas del crimen y en muestras *post mortem* para la identificación de personas fallecidas, como se evidenció durante el incendio forestal en California en 2018.

Desde 2018, la FGG ha sido crucial en investigaciones criminales en EE. UU., ya que utiliza datos genéticos de pruebas de ADN de consumidores para resolver crímenes violentos y determinar la identidad de restos humanos no identificados, como fue el caso de un hombre asesinado en 1916 (9, 10). El caso Golden State Killer (2018) resaltó la búsqueda de perfiles genéticos en GEDMatch, una base de datos genealógica. La policía, junto con la participación de un genealogista, usó este método para identificar a Joseph James DeAngelo, empleando muestras de ADN desechadas (18). Este caso destaca la relevancia y el potencial impacto ético de las bases de datos genéticas en la investigación criminal.

Sobre el genotipado para FDP, en 2019, Meng et al. (19) desarrollaron un método que identifica características visibles externas (*Externally Visible Characteristics*, EVC) cuando otros métodos fallan. Utilizaron un «testigo molecular» para inferir rasgos como color de cabello y ojos a partir de muestras biológicas. Esto coincide con la investigación realizada por Dabas et al. (3). Sin embargo, el análisis forense de ADN, según Ragazzo et al. (5), implica contrastar perfiles genéticos de muestras en la escena del crimen con sospechosos o bases de datos genéticas. En ausencia de sospechosos, estas bases facilitan la identificación de delincuentes desconocidos y la vinculación de delitos, especialmente en casos de delincuentes en serie. En situaciones sin coincidencia en perfiles STR, la investigación policial puede recurrir a otras pruebas genéticas. Por otro lado, el FDP ha experimentado avances que han permitido mejorar la comprensión y predicción de características, como altura, color de piel, ojos, cabello, rasgos faciales y variaciones genéticas asociadas. En este sentido, la investigación en genética molecular promete rápidos desarrollos en la identificación molecular de ADN para caracterizar fenotipos humanos (3, 19).

Los métodos de extracción de ADN de dientes son cruciales en análisis *post mortem* por su resistencia. Centrándose en tejido duro como huesos y dientes, la tipificación de STR es precisa, pero depende de comparaciones conocidas. La extracción de ADN de tejido duro, especialmente de pulpa y dentina, es clave en casos humanitarios y médico-legales (7, 11, 12). Carrasco et al. (15) superaron dificultades en la extracción de ADN dental con el uso de los kits DFK<sup>MR</sup>, QuickExtract<sup>TM</sup> FFPE, InnoQuant<sup>®</sup> HY y ForenSeq<sup>®</sup>, obteniendo un genotipado exitoso; en esa misma línea, Heathfield et

al. (16) demostraron que caninos y premolares dieron los mejores perfiles de ADN.

La estimación de edad en odontología forense es vital para evitar injusticias, especialmente en inmigrantes. Al respecto, Tejasvi et al. (20) proponen medir la longitud de telómeros (TL) mediante PCR cuantitativa en tiempo real. Este estudio pionero estima edad con ADN telomérico en pulpa dental, método innovador que facilita la precisión de los procedimientos legales.

Entre las limitaciones encontradas, se tiene que, si bien los avances tecnológicos han sido un pilar fundamental para la identificación humana por ADN en la escena del crimen, la mayoría de los estudios se han realizado en países desarrollados con una realidad tecnológica, adquisitiva y normativa distinta a nuestro contexto, lo que impide la generalización de resultados. Por tanto, surge la necesidad de implementar políticas y normativas sobre estas tecnologías que nos permitan avanzar a la par del contexto mundial a favor de la población y la lucha contra el crimen.

## CONCLUSIONES

La identificación humana por ADN en la escena del crimen ha tenido un desarrollo y avance notable en los últimos años. Así, existen métodos como la FGG, que integran tecnologías avanzadas de secuenciación de ADN con enfoques genealógicos. El FDP, al emplear SNP en lugar de STR, mejora la identificación en casos sin coincidencias STR, optimizando investigaciones y reduciendo posibles donantes en casos que no tienen sospechosos identificados. El análisis de ADN rápido en la escena del crimen ha demostrado avances; sin embargo, presenta desafíos respecto a la variabilidad y la calidad del ADN, los cuales requieren atención para asegurar eficacia y precisión forense. Por último, uno de los métodos más prometedores es la extracción de ADN a partir de dientes. A pesar de los desafíos que presenta este enfoque, la aplicación de kits forenses y técnicas mejoradas, como el uso de QuickExtract<sup>TM</sup> y la secuenciación masiva paralela, ha demostrado avances significativos en la recuperación y el genotipado de muestras dentales, contribuyendo así a la identificación en casos forenses.

Los dientes proporcionan una excelente fuente de ADN de calidad en comparación con otras partes del cuerpo, razón por la cual se tienen en cuenta en las investigaciones forenses. En ese sentido, la presente revisión destaca la trascendencia y la necesidad de realizar mayor investigación para la ciencia y la odontología forense, con el fin de contribuir a fortalecer la seguridad nacional y global. Esto en tanto que en muchos países se cuenta con un considerable banco de datos de ADN que facilita la comparación y la identificación de personas; por lo que, en el

contexto latinoamericano y propiamente en el Perú, es de vital importancia implementar estas tecnologías, así como realizar mayores investigaciones científicas sobre

el tema, con el fin de contribuir en la lucha contra la delincuencia y la búsqueda de justicia.

#### Conflicto de intereses:

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

#### Financiamiento:

Autofinanciado.

#### Contribución de autoría:

**DLTC:** conceptualización, metodología, investigación, supervisión, redacción de borrador original, redacción (revisión y edición).

**SATC:** investigación, visualización, redacción (revisión y edición).

#### Correspondencia:

Denisse Linda Turpo-Claudio

✉ [denisseturpoc@gmail.com](mailto:denisseturpoc@gmail.com)

## REFERENCIAS

1. Turingan RS, Brown J, Kaplun L, Smith J, Watson J, Boyd DA, et al. Identification of human remains using Rapid DNA analysis. *Int J Legal Med* [Internet]. 2020; 134(3): 863-872. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02186-y>
2. Hares DR, Kneppers A, Onorato AJ, Kahn S. Rapid DNA for crime scene use: enhancements and data needed to consider use on forensic evidence for State and National DNA Databasing - An agreed position statement by ENFSI, SWGDAM and the Rapid DNA Crime Scene Technology Advancement Task Group. *Forensic Sci Int Genet* [Internet]. 2020; 48: 102349. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2020.102349>
3. Dabas P, Jain S, Khajuria H, Nayak BP. Forensic DNA phenotyping: inferring phenotypic traits from crime scene DNA. *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2022; 88: 102351. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2022.102351>
4. Biggin MR, Albrecht I, Novroski NM. Assessing DNA recovery and profile determination from bloody snow. *Sci Justice* [Internet]. 2022; 62(2): 152-155. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.01.001>
5. Ragazzo M, Puleri G, Errichiello V, Manzo L, Luzzi L, Potenza S, et al. Evaluation of OpenArray™ as a genotyping method for forensic DNA phenotyping and human identification. *Genes* [Internet]. 2021; 12(2): 221. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/genes12020221>
6. Castillo-Salazar VL, Campozano-Castillo PR. Estudio del ADN: una revelación personal del ser humano. *Pol Con* [Internet]. 2020; 5(2): 316-332. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7435310>
7. Latham KE, Miller JJ. DNA recovery and analysis from skeletal material in modern forensic contexts. *Forensic Sci Res* [Internet]. 2019; 4(1): 51-59. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1515594>
8. Villalobos-Rangel H. Las pruebas de ADN en el contexto forense. *Rev Cienc Forenses Honduras* [Internet]. 2018; 3(2): 28-38. Disponible en: <https://www.bvs.hn/RCFH/pdf/2017/pdf/RCFH3-2-2017-8.pdf>
9. Glynn CL. Bridging disciplines to form a new one: the emergence of forensic genetic genealogy. *Genes* [Internet]. 2022; 13(8): 1381. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/genes13081381>
10. Michael AR, Blatt SH, Isa M, Redgrave A, Ubelaker DH. Identification of a decedent in a 103-year-old homicide case using forensic anthropology and genetic genealogy. *Forensic Sci Res* [Internet]. 2022; 7(3): 412-426. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/20961790.2022.2034717>
11. Shah P, Velani PR, Lakade L, Dukle S. Teeth in forensics: a review. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2019; 30(2): 291-299. Disponible en: [https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_9\\_17](https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_9_17)
12. Finaughty C, Heathfield LJ, Kemp V, Márquez-Grant N. Forensic DNA extraction methods for human hard tissue: a systematic literature review and meta-analysis of technologies and sample type. *Forensic Sci Int Genet* [Internet]. 2023; 63: 102818. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2022.102818>

13. Gawali R, Kaur A, Shukla M, Ganatra H, Ekka MM, Patel BC. Comparative evaluation of different human dental tissues and alveolar bone for DNA quantity and quality for forensic investigation. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2021; 325: 110877. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110877>
14. Manjunath BC, Chandrashekar BR, Mahesh M, Vatchala Rani RM. DNA profiling and forensic dentistry - A review of the recent concepts and trends. *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2011; 18(5): 191-197. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2011.02.005>
15. Carrasco P, Inostroza C, Didier M, Godoy M, Holt CL, Tabak J, et al. Optimizing DNA recovery and forensic typing of degraded blood and dental remains using a specialized extraction method, comprehensive qPCR sample characterization, and massively parallel sequencing. *Int J Legal Med* [Internet]. 2020; 134(1): 79-91. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02124-y>
16. Heathfield LJ, Haikney TE, Mole CG, Finaughty C, Zachou AM, Gibbon VE. Forensic human identification: investigation into tooth morphotype and DNA extraction methods from teeth. *Sci Justice* [Internet]. 2021; 61(4): 339-344. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.05.005>
17. Bowman Z, Daniel R, Gerostamoulos D, Woodford N, Hartman D. Rapid DNA from a disaster victim identification perspective: is it a game changer? *Forensic Sci Int Genet* [Internet]. 2022; 58: 102684. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2022.102684>
18. Wickenheiser RA. Forensic genealogy, bioethics and the Golden State Killer case. *Forensic Sci Int Synergy* [Internet]. 2019; 1: 114-125. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.07.003>
19. Meng HT, Lan Q, Zhu BF. DNA molecular identification of human phenotypic characteristics - New progress over the past five years. *Fa Yi Xue Za Zhi* [Internet]. 2019; 35(5): 512-518. Disponible en: <https://doi.org/10.12116/j.issn.1004-5619.2019.05.002>
20. Tejasvi ML, CK AA, Reddy ER, Kulkarni P, Bhayya H, Kugaji MS. Individuals age determination from human dental pulp through DNA analysis by PCR. *Glob Med Genet* [Internet]. 2021; 8(2): 57-61. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1723084>