



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

ADN EN CRIMINALÍSTICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS

PLAZA CEVALLOS MARIE ISAYANA
MÉDICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

ADN EN CRIMINALÍSTICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
PERSONAS

PLAZA CEVALLOS MARIE ISAYANA
MÉDICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

ADN EN CRIMINALÍSTICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS

PLAZA CEVALLOS MARIE ISAYANA
MÉDICA

CHILQUINGA VILLACIS SIXTO ISAAC

MACHALA, 20 DE OCTUBRE DE 2023

MACHALA
20 de octubre de 2023

ADN en criminalística para la identificación de personas

por Marie Isayana Plaza Cevallos

Fecha de entrega: 12-oct-2023 10:50a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2193617512

Nombre del archivo: ADN_en_criminal_stica_para_la_identificaci_n_de_personas.docx (31.55K)

Total de palabras: 3358

Total de caracteres: 18399

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, PLAZA CEVALLOS MARIE ISAYANA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado ADN en criminalística para la identificación de personas, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 20 de octubre de 2023



PLAZA CEVALLOS MARIE ISAYANA
0706268562

RESUMEN:

Introducción: La Criminología es una ciencia de perfil jurídico social, su aplicación abarca todos los ámbitos relacionados con actos delictivos y delincuencia, se ayuda de varias ciencias, entre ellas, la identificación forense, mediante el análisis lofoscópico, el análisis odontológico comparativo y el análisis de ADN; estos métodos son ampliamente utilizados en el ámbito penal y civil en casos correspondientes a: lazos de consanguinidad, la identificación de un individuo sospechoso de algún caso criminal, la identificación de restos humanos. La identificación mediante el análisis del perfil genético se manifiesta a manera de “un patrón de bandas parecido a un código de barras, estableciendo la huella genética”.

Objetivo: Describir el uso del ADN en criminalista para la identificación de personas mediante revisión bibliográfica para un abordaje correcto en el campo médico y judicial.

Metodología: Se realizó una revisión bibliográfica en base a artículos científicos encontrados en: Google scholar, scopus, scielo, pubmed relacionados con criminología y genética forense.

Conclusión: El estudio del ADN, como parte de la genética forense para la identificación de personas es considerado una técnica Gold estándar en la aplicación del análisis del ADN en materia de identificación genética son muy numerosas, se pueden mencionar algunos casos: lazos de consanguinidad, identificación de personas desaparecidas, identificación de cadáveres. La técnica empleada será dependiendo de la situación, sin embargo, la más utilizada es el análisis de ADN mitocondrial, debido a que guarda más información genética en menos cantidad de muestra, y se lo puede emplear en la mayoría de los ámbitos establecidos.

Palabras clave: criminología, ADN, genética forense, pruebas genéticas

ABSTRACT:

Introduction: Criminology is a science of social legal profile, its application covers all areas related to criminal acts and delinquency, it is helped by several sciences, including forensic identification, through lophoscopic analysis, comparative dental analysis and DNA analysis; These methods are widely used in the criminal and civil field in cases corresponding to: ties of consanguinity, the identification of an individual suspected of a criminal case, the identification of human remains. The identification through the analysis of the genetic profile manifests itself in the form of "a pattern of bands similar to a barcode establishing the genetic fingerprint". **Objective:** To describe the use of DNA in criminology for the identification of people through bibliographic review for a correct approach in the medical and judicial field. **Methodology:** A bibliographic review was carried out based on scientific articles found in: Google scholar, scopus, scielo, pubmed related to criminology and forensic genetics. **Conclusion:** The study of DNA, as part of forensic genetics for the identification of people is considered a Gold standard technique in the application of DNA analysis in genetic identification are very numerous, some cases can be mentioned: ties of consanguinity, identification of missing persons, identification of corpses The technique used will be depending on the situation, however, the most used is mitochondrial DNA analysis, because it stores more genetic information in less sample, and can be used in most established areas.

Keywords: criminology, DNA, forensic genetics, genetic testing.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen: -----	1
Abstract: -----	2
Introducción -----	4
Desarrollo -----	6
Aspectos generales de la identificación criminalística-----	6
Caracterización del ADN-----	7
Perfil genético de muestras biológicas-----	8
Proceso-----	8
Toma recolección de muestras.-----	8
Técnicas -----	11
Interpretación de resultados -----	12
Conclusión -----	14

INTRODUCCIÓN

La Criminología es una ciencia de perfil jurídico social, su aplicación abarca todos los ámbitos relacionados con actos delictivos y delincuencia, va de la mano de otras disciplinas científicas dedicadas al estudio y desarrollo de la justicia social para, investigar, descubrir y explicar los factores internos y externos que contribuyen a la comisión de un delito, además busca como prevenir y controlar los actos delictivos socialmente (1).

La criminalística se clasifica según su motivación en: “criminalística aplicada al procesamiento del lugar de los hechos, criminalística aplicada al estudio de los indicios y las evidencias y criminalística aplicada a la identificación de personas”. Nos centraremos en esta última clasificación porque su importancia trasciende desde las actividades más simples hasta las más complejas, es decir, desde la identificación de una persona común hasta una persona que comete actos delictivos; por lo tanto, la identificación correcta y pertinente de una persona puede corresponder a la resolución de grandes conflictos (2).

La identificación personal emplea tres técnicas principales para su análisis, que son: “el análisis lofoscópico, el análisis odontológico comparativo y el análisis de ADN”; estos métodos son ampliamente utilizados en el ámbito penal y civil; en casos correspondientes a: “demandas de paternidad; que afecta a la identificación del ascendente o descendiente de un sujeto, la identificación de un cadáver carente de indicios de criminalidad, la de un incapaz abandonado a su suerte, la propia identificación de restos humanos en una catástrofe natural, un accidente aéreo o cualquier incidente cuyo resultado tenga como problema la identidad de las víctimas” (3).

El perfil genético es considerado método estándar de oro en la identificación de individuos, esta identificación se manifiesta a manera de “un patrón de bandas parecido a un código de barras, al que se denominó huella genética o huella digital del ADN teóricamente único e irrepetible”, a partir de 1983 se usa la técnica de PCR para la utilización de huellas genéticas, esta técnica permitía en poco tiempo y con poca muestra de ADN obtener genotipos variables con fines de identificación humana, criminalística y pruebas de filiación. Posteriormente se implementaron los microsatélites o STRs que brindan en menos tiempo mayor sensibilidad a partir de cantidades mínimas de ADN(4)

El hecho de contar con pruebas fidedignas que contribuyen al esclarecimiento de la justicia e identificación de las personas me ha motivado a realizar esta investigación para ampliar mis conocimientos en dicha temática.

Por ende, el objetivo de mi trabajo es describir el uso del ADN en criminalista para la identificación de personas mediante revisión bibliográfica para un abordaje correcto en el campo médico y judicial.

DESARROLLO

Aspectos generales de la identificación criminalística

La Criminología comprende una amplia diversidad de disciplinas científicas que trabajan de manera especializada para el cumplimiento de un objetivo en común: asistir al proceso de justicia mediante la evaluación de la evidencia en cualquiera de sus formas; esta ciencia surge en 1876 en la etapa precientífica guiada por métodos experimentales, estudios biológicos y sociológicos, hoy se ocupa del estudio del crimen, del criminal y la justicia criminal, mediante el análisis de los vestigios humanos (5).

La Identificación criminalista aceleró su paso por la creciente ola de desapariciones, masacres y violencia; La necesidad de identificar a una persona se remonta a 1879, cuando Bertillon ideó la fotografía, la antropometría y la impresión digital, para la identificación de presos. De ahí en adelante, el avance científico-tecnológica ha permitido el desarrollo de diversas técnicas para la identificación de personas, entre ellas: la dactiloscopia, cuyo ámbito de estudio son las crestas papilares, la antropología forense, la radiología, la odontología forense, y sobresaliendo la identificación genética por su alto grado de precisión y veracidad (6,7).

El constante y progresivo desarrollo de las tecnologías de análisis del ADN, nos permite hoy en día deducir la identidad de una persona a partir de los diversos caracteres encontrados, determinando su origen, su fenotipia, su genotipia e incluso su biogeografía. Esto se consigue mediante el reconocimiento de variaciones interindividuales al ser comparadas con otros perfiles genéticos previamente almacenados (8).

Los estudios periciales de mayor solicitud en el laboratorio de genética forense son: el análisis de indicios biológicos como manchas de sangre, esperma, pelos, entre otros; el perfil de consanguinidad y la identificación de personas. La biología molecular y criminalística ha desarrollado técnicas que analizan las muestras de forma exhaustiva para la obtención del ADN, constituyendo estos indicios como evidencia pertinente y fuente principal de información (9,10).

En Ecuador, el establecimiento de laboratorios forenses en las ciudades de Quito y Guayaquil, constituyó un avance en la investigación penal al proporcionar el análisis genético en la investigación criminal; en este ámbito, es frecuente el análisis y comparación

de muestras origen óseo con personas no identificadas. Las actividades resultan desafiantes por la falta de herramientas bioinformáticas, mediante las cuales se pueda almacenar la información y realizar comparaciones digitales (11).

Según Torres, en su estudio “sistemas de identificación de personas”, dentro de las materias de investigación para la identificación de personas, la aplicación de la genética forense presenta ciertas dificultades debido a: 1) el costo que representa es muy alto, porque los equipos y los reactivos son importados y de difícil obtención, lo que conlleva que los países en desarrollo no tengan acceso total a esta ciencia, existiendo la escasez de personal calificado para desempeñarse en esta área 2) su análisis requiere precisión y cuidado, desde la obtención de la muestra hasta su análisis en el laboratorio, en vista de que sus resultados pueden ser usados en el ámbito penal (2).

Caracterización del ADN

El ADN se constituye una molécula que contiene el material genético, lo podemos encontrar en el interior de todas las células, mantiene una densa estructura en doble hélice conformada por: bases nitrogenadas, azúcar desoxirribosa y fosfato. Se clasifica según su localización en ADN nuclear y ADN mitocondrial. El ADN nuclear, estudia los polimorfismos de los cromosomas sexuales (9).

García, describe al perfil genético como el análisis del ADN no codificante que básicamente son regiones cortas y muy variables que se repiten constantemente en el genoma formando patrones, los cuales se transmiten por herencia y le otorgan individualidad a la persona, esto es lo que Alec Jeffreys denominó “huella dactilar genética”. La trayectoria histórica de la genética forense no fue lineal, por las controversias al utilizar esta prueba forense en el ámbito jurisdiccional, al desestimar los resultados genéticos porque las muestras no fueron debidamente procesadas. Para mejorar la calidad de las muestras, la biología molecular aporta a la ciencia la técnica de PCR (12).

Contreras, M y Santoyo infieren que la utilización de la PCR, ayudo a identificar las pequeñas variaciones en el genoma al permitir su amplificación, encontrando diversas mutaciones o polimorfismos en la secuencia. Los polimorfismos de longitud son producidos por el aumento o la disminución de nucleótidos formado “el ADN repetitivo en tándem (STRs)”, estos se pueden dividir de acuerdo con su longitud en ADN satélite, ADN

minisatélite y ADN microsatélite; la genética forense enfoca su análisis en los 2 últimos patrones. Se necesitan aproximadamente 15 STRs, estos son sometidos a un proceso de filtración para estabilizarlos y que puedan ser utilizados como indicio (13).

Perfil genético de muestras biológicas

Proceso

Peregrino, J y Crespillo en su estudio “el genoma humano y el desarrollo de la genética forense”, describen los pasos a seguir para la perfilación genética de una muestra: 1) toma de la muestra; cuando conocemos su procedencia se denomina indubitada, cuando es tomada de la escena del crimen y desconocemos su origen, se denomina dubitada. 2) extracción del ADN o recuperación del ADN; 3) amplificación a través de la PCR, y 4) electroforesis, proceso que nos permite la obtención del perfil genético (14).

Salazar y et al., caracterizan a la PCR como la técnica molecular más recomendada y utilizada en la replicación y amplificación de ADN. Esta técnica, fue concebida por Mullis en 1983 y 2 años después se canaliza su impacto dentro de la biología molecular utilizándose como método diagnóstico y epidemiológico. En la genética forense, se la emplea para amplificar los microsatélites en poco tiempo, obteniendo una cantidad de ADN considerable para su estudio y así poder identificar especímenes, individuos y grados de consanguinidad (15).

La técnica de electroforesis consiste en la disociación de partículas mediante un estado migratorio ejercido por la acción de la carga aniónica molecular en un medio acuoso, considerando la velocidad diferencial de movimiento sometido a la atracción del campo eléctrico; de ahí su nombre cuya etimología proviene del griego elektro: electricidad y phoros: movimiento. Su aplicación teórica y práctica progresiva la han convertido en una técnica indispensable para la purificación de ácidos nucleicos, según García (16).

Toma y recolección de muestras.

Según Martínez los indicios biológicos son todas las sustancias producidas por el ser humano y que se deben obtener y analizar dependiendo del suceso como medio probatorio para la investigación forense. Estos deben ser recogidos por el medico perito en el lugar de los hechos; las muestras deben ser extraídas con materiales o aplicadores estériles como hisopos y pinzas y colocarse en sobres de papel o frascos estériles; los más frecuentes son

fluidos corporales como: sangre, semen, saliva, sudor, también se pueden emplear restos como, tejido epitelial, tejido óseo, dientes, pelos, entre otros (17).

Hernández y et al, detallan que las células sanguíneas son el principal tipo de muestra puesto que su presencia en la escena puede aportar información valiosa de cómo se dio el suceso. A pesar de ello, Castellón y Zepedia en su estudio “ Evaluación de la calidad de ADN en muestras de sangre, saliva y cepillado bucal de pacientes que asisten al Laboratorio de Microbiología y Parasitología – UNAN León de mayo a octubre del 2021”, aseguran que, la obtención de material sanguíneo, muchas veces no es viable y es necesario requerir de otros indicios cuyo contenido de ADN sea apropiado en calidad y cantidad para su estudio, como la saliva, pues se puede obtener fácilmente de la cavidad bucal mediante la recolección pasiva de la saliva o el cepillado/hisopado de células bucales (10,18).

Según García, en su análisis bibliográfico “extracción e identificación de ADN nuclear en víctimas de delito”, pone de manifiesto que la presencia de saliva en la victima o la escena permite identificar y confirmar la identidad del sospechoso al determinar su ADN; primero se identifica su presencia mediante la prueba de almidón-yodo, que proporciona resultados positivos en un período corto de 5 minutos, luego se procede a la extracción de material genético de las células epiteliales de la cavidad oral para su estudio (19).

Varios autores, mencionan que el semen como indicio es bastante utilizado en la identificación de personas cuando se refiere a agresiones sexuales. Su estudio de basa en la identificación de espermatozoides en la muestra o si hay actividad de fosfatasa acida prostática, otras técnicas de detección son la cristalografía, análisis de espermina y amilasa seminal. Por lo general lo hallamos como mancha sobre algún textil, mezclado con otros fluidos biológicos o el líquido seminal como tal recolectado en preservativos (17,19,20).

Los vestigios epiteliales producidos por la descamación son una fuente importante de ADN, diariamente se desprenden alrededor de 400.000 células epiteliales, de este proceso se puede obtener una muestra significativa (20 células epiteliales) para obtener un perfil genético e identificar a un individuo. Este muestreo también es conocido como trazas de ADN, considerando todas aquellas muestras depositadas por contacto con algún fómite. Puede conservarse en buenas condiciones hasta por 6 semanas dependiendo de los cambios atmosféricos (21,22).

Con respecto al pelo, Peña, et al, en su estudio “Tricología forense en casos donde el elemento piloso es crucial para la investigación, como indicio en un hecho delictivo”, mencionan que hay diferentes tipos de pelo dependiendo de su procedencia: púbico, axilar, facial, capilar, etc. Estos pueden ser sometidos a la perfilación genética mediante el estudio del ADN nuclear cuando están en etapa de crecimiento o conserva su raíz, o al ADN mitocondrial si no presentan estos requisitos. Las muestras más utilizadas son las del área capilar y púbica, una muestra adecuada debe constar de alrededor de 50 pelos de diferentes zonas de la cabeza y alrededor de 25 del área púbica para obtener los resultados positivos (23).

Varios autores determinan que se puede estudiar el ADN de muestras de huesos y dientes, el material genético por lo general esta degradado o es escaso por la exposición ambiental, por lo que su extracción debe ser cuidadosa. La muestra ósea puede obtenerse de la diáfisis de un hueso largo, alrededor de 8 cm, los más utilizados son el fémur, la tibia y el humero; la muestra dentaria se puede obtener del molar, premolar, canino, preferentemente que no presenten signos infecciosos; sus resultados arrojan detalles como edad, sexo, medidas antropométricas, linaje, nutrición y enfermedades (24,25).

Varios autores reiteran que, las muestras deben ser clasificadas e inventariadas para que no se confundan y que su análisis sea profesional y ordenado. La recolección de estas debe ser llevada a cabo por personal profesional en el área, el cual, mediante normativa higiénica, realizara el levantamiento de la muestra, para evitar así posibles contaminaciones cruzadas. El embalaje y su traslado también deben llevarse correspondientemente de forma protocolaria con el fin de que la muestra no pueda ser desestimada en el proceso legal (17,26,27).

Larrosa, en su artículo “La importancia de la muestra biológica como indicio de una evidencia”, expone un caso de agresión sexual que culmina en homicidio, donde se investiga la relación víctima-imputado mediante la extracción de material genético de los implicados presentes en la escena, de origen epitelial y espermático, muestra que fue sometida a diversos procesos para su análisis. De 13 muestras dubitadas, 10 presentaron vestigios y solo una dio resultados comparativos positivos con el sospechoso; lo que lleva a la conclusión de cuán importante es el papel de la muestra biológica y el peso científico que aporta a una investigación judicial (28).

Técnicas

Estrictamente, no existe una sola técnica, a lo largo de los años debido a la necesidad, los instrumentos utilizados y al estudio más exhaustivo de la composición del ADN, los métodos han variado, los principales son:

Análisis del ADN mitocondrial: según, Contreras, este método es recomendable aplicarlo cuando la muestra hallada presenta escaso material genético debido al mal estado de esta por la exposición ambiental. Suárez, también acota en su estudio, que el ADN contenido en las mitocondrias se transmite de madres a hija, haciéndolo útil relacionarlo con el linaje materno. Una gran ventaja es que presenta un mayor número de reproducciones y aunque por su poca variabilidad es menos discriminativo es más factible su análisis que la aplicación del ADN nuclear (13,29).

Análisis del cromosoma Y: este método estudia la información contenida en el cromosoma Y es útil en estudios de paternidad y casos de agresión sexual para identificar el patrón masculino en caso de que los fluidos estén mezclados (13).

Otros métodos empleados, según Suárez, son: la búsqueda familiar, valiéndonos de una base de datos de ADN ya establecida, se buscan marcadores que coincidan parcialmente con el ADN encontrado. Las pruebas de ascendencia biogeográfica: permite identificar los orígenes geográficos aproximados de una persona según el patrón de variabilidad genética de su ADN. Emplea marcadores de ADN comunes en distintas partes del mundo, y puede ayudar a acotar un grupo de sospechosos cuando no haya ninguna coincidencia en la base de datos (29).

Según Mora, en su estudio “El impacto del fenotipado forense en el ámbito de la investigación criminal”, Una nueva técnica es el fenotipado derivado del ADN, su fundamento es la predicción de los detalles externos del ser humano, por ejemplo, el color de la piel o del cabello mediante el análisis del ADN codificante. Sin embargo, al ser una técnica innovadora su estudio es muy básico y su aplicación representa un impacto en el derecho a la intimidad genética de los afectados (30).

Barajas y et al, en su investigación “Caso forense sobre perfil genético de distrofia muscular de Duchenne en medicina forense”, abordan el perfil genético del cromosoma X ligado a la identificación de enfermedades. Se destaca la importancia de los estudios confirmatorios que sirven de valor para descartar posibles causas de muerte. Es gracias a la investigación

forense postmortem de la víctima, de los elementos biológicos y su posterior estudio genético que llegamos a una respuesta científica del motivo del deceso y se evita la mala práctica judicial de juzgar a alguien por meras pruebas empíricas (31).

Rubio y et al, en su estudio “Secuenciación de nueva generación (NGS) de ADN: presente y futuro en la práctica clínica”, describe esta nueva técnica, como un conjunto de tecnologías utilizadas para la secuenciación masiva de varios segmentos de ADN, en menor tiempo y presupuesto. Se plantea su utilidad como método estratégico en la prevención, diagnóstico y tratamiento de patologías genéticas infecciosas y crónicas; a pesar de sus aplicaciones, su uso aún está en cuestionamiento por tratarse de una técnica nueva (32).

Interpretación de resultados

Tras el análisis de aproximadamente 15 marcadores (30 alelos), más 1 sexual, los resultados se manifiestan en un gráfico con un patrón de picos, correspondiente con la longitud del alelo y su registro es numérico, por ejemplo, 12/13, 13/15, 9/9, 5/8. Cada par de dígitos siempre se corresponde con un marcador específico localizado en un cromosoma; ya generado el perfil genético se puede comparar con: la muestra biológica obtenida del lugar del delito, la del sospechoso o de la base de datos ya establecida. Podemos catalogarla como coincidencia total o coincidencia parcial si los perfiles son idénticos en su totalidad o no (30).

La caracterización de estos marcadores permite la obtención de un perfil genético, el cual debe ser resguardado y cotejado. Esta comparación puede llevarse a cabo con los perfiles genéticos almacenados en bases de datos provenientes de diversas fuentes, para su posterior interpretación e integración como prueba pericial en un proceso judicial. Mendoza y Pérez, hace énfasis en la aplicación de la bioinformática como ciencia, que interviene con la formación de bancos de datos de ADN y softwares forenses, así se pueden manejar datos estadísticos al comparar la información obteniendo resultados certeros. Un ejemplo de esto es la base de datos EMPOP, que realiza estimaciones con ADN mitocondrial (33).

Figuroa y Vicuña concuerdan con Mendoza, al establecer dos tipos de búsquedas en la base de datos: 1) la búsqueda de evidencia de cierto caso en particular que será comparado con el perfil de sospechosos o evidencia cotejada en una base de datos, lo que puede ser

muy útil en casos de delitos en serie. 2) permite establecer lazos de consanguinidad y parentesco entre el perfil genético de individuos desconocidos y sus familiares (34).

Prieto en su estudio “Valoración de las pruebas de ADN en las identificaciones a gran escala de personas desaparecidas” hace hincapié que, en estos casos especiales, que pueden desbordar los servicios forenses locales, se requiere una adaptación de procedimientos y prácticas en la materia, desde el fortalecimiento de capacidades y la gestión de cadáveres e información forense hasta el planteamiento de hipótesis de identidad, abordaje estadístico y valoración de la prueba de ADN. Determina la importancia de la utilización de software y bases de datos genéticos como herramientas eficaces para ampliar los métodos de búsqueda y apresurar los resultados (35).

CONCLUSIÓN

El estudio del ADN, como parte de la genética forense para la identificación de personas es considerado una técnica Gold estándar en la aplicación del análisis del ADN; en materia de identificación genética sus aplicaciones son muy numerosas, se pueden mencionar algunas: lazos de parentesco, identificación de personas desaparecidas, identificación de individuos en casos delictivos, identificación de cadáveres y otras aplicaciones médico-jurídicas.

La técnica empleada será dependiendo de la situación, sin embargo, la más utilizada es el análisis de ADN mitocondrial, debido a que guarda más información genética en menos cantidad de muestra, y se lo puede emplear en la mayoría de los ámbitos establecidos. Para lograr esto, los indicios deben ser cuidadosamente manipulados y preparados.

Aunque la genética forense se ha desarrollado con más énfasis en los últimos años, para países de bajos recursos representa una dificultad en su aplicación, debido a los altos requerimientos económicos que esta conlleva.

BIBLIOGRAFIA

1. Pérez González E, Rodríguez Jorge RR, Loy Vera B. La aplicación de la criminología clínica en las investigaciones forenses actuales. *Medicentro Electrónica* [Internet]. 2018 [cited 2023 Oct 12];22(1):10–8. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432018000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. Torres Carrasco KG. SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS. *Ecos Sociales* [Internet]. 2020 Sep 6 [cited 2023 Oct 12];8(23):1215–27. Available from: <https://revistas.ujat.mx/index.php/ecosoc/article/download/4155/3163/22274>
3. Recaman Fuentes L. CRIMINALISTICA DE LA IDENTIFICACIÓN PERSONAL. [Internet]. Salamanca; 2020 Jun [cited 2023 Oct 12]. Available from: <http://www.agmf.es/az/boletin27CRIMINALISTICA%20DE%20LA%20IDENTIFICACION%20PERSONAL.pdf>
4. Villalobos Rangel H. Basic concepts of DNA testing in the forensic context. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras* [Internet]. 2018 Jul [cited 2023 Oct 12];4(2):28–38. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/153/153751010/>
5. Barros dos Santos RA. LA CONTRIBUCIÓN DEL “ADN” PARA LA FORMACIÓN DE PRUEBAS PERICIALES EN BRASIL Y URUGUAY. *Revista Brasileira de Ciências Policiais* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2023 Oct 12];12(4):295–322. Available from: https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/7903/1/RBCP_N4_P295-322.pdf
6. Barraza Salcedo M del S, Rebolledo Cobos Martha Leonor. Identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales y la aplicabilidad de la genética forense. *Universitas Odontológica* [Internet]. 2016 [cited 2023 Oct 12];35(74):undefined. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231248043004>
7. Quesada García C, López Palafox J. HISTORIA DE LA IDENTIFICACIÓN PERSONAL: DESDE EL RECONOCIMIENTO FACIAL HASTA EL ADN DENTAL. *Biociencias* [Internet]. 2019 Jan 25 [cited 2023 Oct 12];14(1):1–19. Available from: <https://revistas.uax.es/index.php/biociencia/article/view/1268>
8. Aler Gay M, Carracedo Álvarez Á. El ADN reescribe nuestra memoria: La recuperación de los desaparecidos a través de su perfil genético. *Metode Sci Stud J* [Internet]. 2019 Jul 3 [cited 2023 Oct 12];(101):93–9. Available from: <https://metode.es/wp-content/uploads/2019/07/101ES-MONO-5-carracedo-adn-reescribe-memoria.pdf>

9. Cruz Hernández JE. La genética forense en la Fiscalía General de la República, obtención de perfiles genéticos y el ADN mitocondrial [Internet]. [XOCHIMILCO 11]: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA ; [cited 2023 Oct 12]. Available from: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/25991/1/cbs1972706.pdf>
10. Hernández Salas C, Moreno Longoria J, Olarte Saucedo M, Meza Lamas E, Flores Treviño NE. Importancia de la correcta manipulación de indicios biológicos para la genética forense. Enfermería, Innovación y Ciencia [Internet]. 2023 Jan 14 [cited 2023 Oct 12];5(1):58–58. Available from: <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/eic/article/view/1558>
11. Vinueza S, Aragon L F, Garrido T M, Osorio N E, Tapia C I, Yugcha I W, et al. Identificación de personas no identificadas-PNI mediante uso de base de datos de perfiles genéticos de cadáveres NN, restos óseos, osamentas y familiares de personas desaparecidas. Revista Forenses Ecuador Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [Internet]. 2022 Dec [cited 2023 Oct 12];45–53. Available from: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/REVISTA-FINAL-SEGUNDO-VOLUMEN .pdf>
12. Sánchez-Zúñiga A, García-Deister V. Del perfil al retrato genético: dependencia de trayectoria en las tecnologías del ADN. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia [Internet]. 2018 Dec 27 [cited 2023 Oct 12];18(37):273–92. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41458989010>
13. Contreras-Pérez M, Santoyo-Pizano G. Pruebas forenses moleculares: del ADN a la identidad de la persona. Milenaria, Ciencia y arte [Internet]. 2018 [cited 2023 Oct 12];(13):9–11. Available from: <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/6>
14. Pellegrino Dres José Antonio, Crespillo-Márquez M. El genoma humano y el desarrollo de la genética forense. Rev Asoc Med Argent [Internet]. 2021 Jun [cited 2023 Oct 12];134(2):2021–42. Available from: https://www.ama-med.org.ar/uploads_archivos/2195/Rev-2-2021_pag-21-25_Pellegrino.pdf
15. Salazar Carranza LA, Maldonado Santacruz FE, Cruz Villegas JA. La PCR como prueba para confirmar casos vigentes de COVID-19. RECIMUNDO [Internet]. 2020 May 28 [cited 2023 Oct 12];4(2):64–74. Available from: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/824/1460>
16. García Trejo J, Ortega R. Historia, fundamentos y métodos de la electroforesis de proteínas en geles de poliacrilamida. Mensaje Bioquímico Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina UNAM [Internet]. 2021 [cited 2023 Oct 12];45:90–108. Available from: <http://bq.facmed.unam.mx/tab>
17. Martínez A. Pautas a considerar en la obtención de indicios para el análisis pericial biológico forense en casos de violencia sexual. Revista Forenses Ecuador Servicio Nacional de Medicina

- Legal y Ciencias Forenses [Internet]. 2021 Dec [cited 2023 Oct 12];2:29–32. Available from: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/REVISTA-FINAL-SEGUNDO-VOLUMEN .pdf>
18. Castellón Chicas ME, Zepeda Ramos HM. Evaluación de la calidad de ADN en muestras de sangre, saliva y cepillado bucal de pacientes que asisten al Laboratorio de Microbiología y Parasitología [Internet]. [Nicaragua]: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA - LEÓN; 2022 [cited 2023 Oct 12]. Available from: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9406/1/250161.pdf>
 19. Garcia Castillo GE. Extracción e identificación de ADN nuclear en víctimas de delito [Internet]. [Mexico- Xochimilco]: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco; 2020 [cited 2023 Oct 12]. Available from: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/25952/1/cbs1973231.pdf>
 20. González Fuentes LR. Identificación de vestigios de semen en casos de delitos sexuales y su importancia en la investigación forense en Panamá. Revista Cathedra Revista de derecho y ciencias forenses [Internet]. 2022 May 31 [cited 2023 Oct 12];(17):30–42. Available from: <https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/cathedra/article/view/666/1442>
 21. Ferreiro Pantin M. Revisión bibliográfica : Aplicaciones de la biología molecular en la práctica forense [Internet]. [Coruña - Zapateira]: Universidad de Coruña; 2018 [cited 2023 Oct 12]. Available from: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/20864>
 22. Chirillano LA, D'Agostino De Salazar GP, De La Sota PE, Etcheverry MC, De Candia CA. Trazas de ADN y su implicancia en la obtención de perfiles genéticos. Revisión bibliográfica. Revista de Ciencias Forenses de Honduras [Internet]. 2022 Dec 16 [cited 2023 Oct 12];8(2):15–28. Available from: <https://camjol.info/index.php/RCFH/article/view/15968/18857>
 23. Peña Morejón ME, Cepeda Paca MA, Cáceres Manzano VP, Sánchez Polit FR. Estudio de Tricología Forense en casos donde el Elemento Piloso es Crucial para la Investigación, como Indicio en un Hecho Delictivo. Ciencia Digital Ciencias de la actividad física y el deporte [Internet]. 2019 Apr 9 [cited 2023 Oct 12];3(1.1):199–215. Available from: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/404>
 24. Raices Monteros C, Bozzo W, Samsonowicz T, Marggiore J, Biagini S, Herrera Piñedo M, et al. IMPLICANCIAS DE LA ANTROPOLOGÍA Y GENÉTICA FORENSES EN EL ANÁLISIS DE RESTOS HUMANOS CON FINES IDENTIFICATORIOS: EL CASO DEL BANCO NACIONAL DE DATOS GENÉTICOS. Revista internacional de odontología y antropología forense [Internet]. 2021 Apr [cited 2023 Oct 12];4(2):52–60. Available from: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/404>

25. Sánchez Hernández H, Edwin Javier Gómez Sánchez, Hernández Estrada M. Análisis criminalístico del perfil biológico antropológico. Archivos de Criminología, Seguridad Privada y Criminalística [Internet]. 2020 [cited 2023 Oct 12];7(24):24–35. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7188120&info=resumen&idioma=ENG>
26. Piersanti F. LOS HALLAZGOS BIOLÓGICOS Y EVIDENCIAS DE TIPO CRIMINALÍSTICO DEL SITIO DEL SUCESO. Ciencias Jurídicas y Políticas Universidad Bicentenario de Aragua [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 12];11(2):28–35. Available from: <https://revistasuba.com/index.php/UBAIUS/article/view/307>
27. Romero Camacho JA. Recomendaciones para una adecuada toma de muestras biológicas en el ámbito de la medicina legal. Revista Forenses Ecuador Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [Internet]. 2022 Dec [cited 2023 Oct 12];2:33–4. Available from: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/REVISTA-FINAL-SEGUNDO-VOLUMEN .pdf>
28. Larroza SB, Martínez M de LÁ, Acevedo RM, Giménez YA, Zimmermann MC. La importancia de la muestra biológica como indicio de una evidencia [Internet]. Libro de Artículos Científicos en Salud. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Medicina; 2022 [cited 2023 Oct 12]. 91–94 p. Available from: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/170535>
29. Suárez Tejera Y. La Genética Forense: uso y limitaciones Forensic Genetics: Use and Limitations. Revista de la Abogacía [Internet]. 2020;(63):103–16. Available from: www.ojs.onbc.cu
30. Mora Díez P. El impacto del fenotipado forense en el ámbito de la investigación criminal. Revista Penal México Doctrina [Internet]. 2022 Dec [cited 2023 Oct 12];11(21):81–90. Available from: <https://revistaciencias.inacipe.gob.mx/index.php/01/article/view/581>
31. Ramos Yáñez D, Cruz D, Andrade Albán N. Distrofia muscular de Duchenne: presentación de un caso. Mediciencias Universitaria con proyección científica académica y social UTA [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2023 Oct 12];1(4):1–18. Available from: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/medi/article/view/1646>
32. Rubio S, Pacheco-Orozco RA, Gómez AM, Perdomo S, García-Robles R. Secuenciación de nueva generación (NGS) de ADN: presente y futuro en la práctica clínica. Universitas Medica Colombia [Internet]. 2020 Apr 2 [cited 2023 Oct 12];61(2). Available from: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnimedica/article/view/27461>
33. Mendoza-Castellanos MA, Pérez-Flórez AM. Herramientas de almacenamiento, cotejo y análisis de datos genéticos para la identificación forense en México. Revista digital de ciencia forense [Internet]. 2023 Apr 24 [cited 2023 Oct 12];2(1):61–81. Available from: <http://recif.unam.mx/index.php/revista/article/view/122>

34. Figueroa-Franco RM, Vicuña-Giraldo GC. IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS DESAPARECIDAS MEDIANTE BÚSQUEDA EN LA BASE NACIONAL DE PERFILES GENÉTICOS DE APLICACIÓN EN INVESTIGACIÓN JUDICIAL -CODIS-: REPORTE DE DOS CASOS. Case reports [Internet]. 2015 [cited 2023 Oct 12];1(2):e.1.44-e.1.49. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/5609/560959301007.pdf>
35. Prieto L, Ruiz Y, Hernandis E, Carracedo Á. Valoración de la prueba de ADN en las identificaciones a gran escala de personas desaparecidas. Revista Española de Medicina Legal [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2023 Oct 12];48(3):124–32. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037747322100095X?via%3Dihub>