



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.4027>

Ciencias Sociales y Políticas  
Artículo de Investigación

*Avances y Evolución de la Genética Forense en el ámbito de la Investigación Criminal en Ecuador*

*Advances and Evolution of Forensic Genetics in the field of Criminal Investigation in Ecuador*

*Avanços e evolução da genética forense no campo da investigação criminal no Equador*

Valeria Alejandra Bermeo-Alvarado <sup>I</sup>  
[valeria.bermeo@esPOCH.edu.ec](mailto:valeria.bermeo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0006-9981-0645>

José Sebastián Pacheco-Acuña <sup>II</sup>  
[sebastian.pacheco@esPOCH.edu.ec](mailto:sebastian.pacheco@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-6581-5263>

Cindy Juliana Sánchez-Arias <sup>III</sup>  
[jhuliana.sanchez@esPOCH.edu.ec](mailto:jhuliana.sanchez@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-8985-2862>

María Fernanda Moreta-Guevara <sup>IV</sup>  
[fernanda.moreta@esPOCH.edu.ec](mailto:fernanda.moreta@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0007-2767-8945>

**Correspondencia:** [valeria.bermeo@esPOCH.edu.ec](mailto:valeria.bermeo@esPOCH.edu.ec)

\***Recibido:** 23 de julio de 2024 \***Aceptado:** 04 de agosto de 2024 \***Publicado:** 19 de septiembre de 2024

- I. Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.
- II. Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.
- III. Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.
- IV. Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.

## Resumen

**Introducción:** La genética forense desempeña un papel crucial en la investigación criminal, en el caso de nuestro país se utiliza en casos específicos para identificar individuos y resolver crímenes, mediante técnicas como el análisis de ADN en escenas del crimen.

**Objetivo:** Determinar los avances y evolución que ha tenido la genética forense en el ámbito de la investigación criminal en el Ecuador.

**Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica de tipo no sistemática donde se incluyeron artículos científicos desde el año 2000 hasta el 2024 con un total de 54 documentos, analizados.

**Discusión:** La genética forense ha transformado la investigación criminal y la justicia en todo el mundo gracias a avances como el uso de CODIS, perfiles genéticos, tecnologías portátiles, entre otros. Sin embargo, en Ecuador se ha visto limitado debido a diferentes factores, a pesar de esto actualmente se puede evidenciar avances considerables que encaminan a un futuro prometedor en la genética forense para la resolución de crímenes.

**Conclusión:** La genética forense es crucial para las investigaciones criminales y la seguridad ciudadana, pese a las limitaciones en Ecuador, se han hecho esfuerzos significativos en tecnologías de ADN, bases de datos genéticas y colaboración internacional, mejorando así la eficiencia de la justicia penal y demostrando el compromiso del país en la lucha contra el crimen.

**Recomendaciones:** Ecuador debería invertir en tecnología avanzada, mejorar la capacitación, creación de protocolos en genética forense, y fomentar la colaboración internacional y la educación pública para fortalecer la investigación criminal y garantizar la seguridad y justicia.

**Palabras claves:** genética forense; investigación criminal; obstáculos; ADN; Ecuador.

## Abstract

**Introduction:** Forensic genetics plays a crucial role in criminal investigation, in the case of our country it is used in specific cases to identify individuals and solve crimes, through techniques such as DNA analysis at crime scenes.

**Objective:** Determine the advances and evolution that forensic genetics has had in the field of criminal investigation in Ecuador.

**Methodology:** A non-systematic bibliographic review was carried out where scientific articles were included from the year 2000 to 2024 with a total of 54 documents analyzed.

**Discussion:** Forensic genetics has transformed criminal investigation and justice around the world thanks to advances such as the use of CODIS, genetic profiles, wearable technologies, among others. However, in Ecuador it has been limited due to different factors, despite this, considerable advances can currently be seen that lead to a promising future in forensic genetics for solving crimes.

**Conclusion:** Forensic genetics is crucial for criminal investigations and citizen security, despite the limitations in Ecuador, significant efforts have been made in DNA technologies, genetic databases and international collaboration, thus improving the efficiency of criminal justice and demonstrating the country's commitment to the fight against crime.

**Recommendations:** Ecuador should invest in advanced technology, improve training, create protocols in forensic genetics, and promote international collaboration and public education to strengthen criminal investigation and guarantee security and justice.

**Keywords:** forensic genetics; criminal investigation; obstacles; DNA; Ecuador.

## Resumo

**Introdução:** A genética forense desempenha um papel crucial na investigação criminal, no caso do nosso país é utilizada em casos específicos para identificar indivíduos e solucionar crimes, através de técnicas como a análise de DNA em cenas de crimes.

**Objetivo:** Determinar os avanços e a evolução que a genética forense teve no campo da investigação criminal no Equador.

**Metodologia:** Foi realizada uma revisão bibliográfica não sistemática onde foram incluídos artigos científicos do ano 2000 a 2024 com um total de 54 documentos analisados.

**Discussão:** A genética forense transformou a investigação criminal e a justiça em todo o mundo graças a avanços como o uso do CODIS, perfis genéticos, tecnologias vestíveis, entre outros. Porém, no Equador tem sido limitado por diversos fatores, apesar disso, atualmente se observam avanços consideráveis que levam a um futuro promissor na genética forense para a resolução de crimes.

**Conclusão:** A genética forense é crucial para as investigações criminais e a segurança dos cidadãos, apesar das limitações no Equador, esforços significativos foram feitos em tecnologias de DNA, bancos de dados genéticos e colaboração internacional, melhorando assim a eficiência da justiça criminal e demonstrando o compromisso do país na luta contra crime.

**Recomendações:** O Equador deve investir em tecnologia avançada, melhorar a formação, criar protocolos em genética forense e promover a colaboração internacional e a educação pública para fortalecer a investigação criminal e garantir a segurança e a justiça.

**Palavras-chave:** genética forense; investigação criminal; obstáculos; ADN; Equador.

## Introducción

La investigación criminal es uno de los pilares fundamentales para la medicina legal y ciencias forenses, la cual se toma como punto de partida para el posterior desarrollo de diferentes técnicas, destrezas y actitudes para que el investigador indague determinado delito y pueda atribuir un culpable. De esta manera, todo hecho delictivo debe ser apreciado como un proyecto de investigación, para que sus planteamientos sean objetivos y contrastantes. Por esta razón, la genética forense ocupa un papel importante para determinar ciertos hechos durante la investigación criminal, como lo es el análisis de los polimorfismos responsables de la variabilidad genética en la población humana. Es decir, la genética forense se encargará de trabajar con los vestigios biológicos humanos constituyendo un elemento que puede determinar un delito, protegiendo así al ciudadano y a la sociedad de la delincuencia.

Debemos ser capaces de entender que actualmente la criminalidad ha incrementado, debido a entre otras causas a la globalización del mundo en el que vivimos, dando mayor conectividad entre países y regiones. En América Latina, no ha existido un avance considerable en la genética forense debido a varios factores tanto económicos, políticos y sociales. Uno de estos países es Ecuador, cuyos avances en la investigación criminal en el ámbito de la genética forense han progresado limitadamente, utilizándose únicamente en casos específicos, como solucionar crímenes, identificar individuos y buscar personas desaparecidas con el fin de brindar justicia a las víctimas. Su aplicación ha renovado la investigación, ofreciendo respuestas a las diversas interrogantes que se presentan durante la investigación criminal.

Por medio del análisis del material genético como sangre, semen o pelos presente en las escenas del crimen, la genética forense permite crear perfiles de ADN exclusivos para cada individuo, siendo una poderosa herramienta para la identificación tanto de personas desaparecidas como de sospechosos. A su vez, en el caso de crímenes violentos, esta es fundamental para asociar a los respectivos responsables con la escena del crimen, contribuyendo evidencia que sustenta tanto la acusación como

la exoneración de individuos. Convirtiéndose en un elemento imprescindible por su precisión y confiabilidad para la búsqueda de la verdad y la obtención de justicia. Por tal motivo, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo determinar los avances y evolución que ha tenido la genética forense en el ámbito de la investigación criminal en el Ecuador.

## **Metodología**

### **Tipo de estudio**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de tipo no sistemática, basada en un análisis de la literatura científica en materia de los Avances y evolución de la genética forense en el ámbito de la investigación criminal en el Ecuador.

### **Criterios de elegibilidad**

Los criterios de inclusión y exclusión se decidieron por consenso entre los miembros del equipo:

#### **Criterios de inclusión**

Se incluyeron publicaciones realizadas en los años de 2000 a 2024 de revistas originales, bases de datos reconocidas, revisiones sistemáticas, metaanálisis, guías de práctica clínica, libros, páginas web y tesis en idioma español e inglés. Se considerarán también artículos y publicaciones de entidades internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Oficina de Washington para asuntos latinoamericanos (WOLA), ente otras. Además, debido a la carencia de información relevante y no verídica se consideró publicaciones de páginas de web como El Comercio, fiscalía general del Estado, Ministerio del Gobierno del Ecuador, Banco nacional de datos genéticos de Argentina, entre otras. Se hará una búsqueda preferencial utilizando las siguientes palabras clave: genética forense, investigación criminal, obstáculos, ADN, Ecuador.

#### **Criterios de exclusión**

Se excluirán estudios cuya información se encuentre fuera del tiempo preestablecido, estudios no finalizados o cuya información no sea verídica o relevante para nuestra investigación, páginas web sin autor ni año de publicación y estudios elaborados en idioma distinto al inglés o castellano.

#### **Fuentes de información**

En la búsqueda electrónica se utilizarán como fuentes de información diferentes bases de datos y buscadores académicos, siendo las plataformas principales para la investigación Google Académico,

PubMed, revistas médicas como Ciencia Latina, Scielo, Ciencia digital, Redalyc, Dialnet, Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud, Ecos sociales, Revista española de medicina legal, Memorias forenses, entre otras.

### **Estrategias de búsqueda**

En la búsqueda de información se hará uso de conectores y palabras clave que permitieron focalizar el tema a investigar, excluir términos fijos, relacionar información y obtener datos concretos y específicos. Dentro de los conectores que serán empleados están: AND, OR y NOT. Por otro lado, se partirá de la palabra clave: genética forense, investigación criminal, obstáculos, ADN y Ecuador de la que se derivaron varios descriptores que se utilizaron como motores de búsqueda.

### **Proceso de selección**

El proceso de selección de información para la investigación comenzará con artículos publicados en idioma español e inglés, que compartan información actualizada y de relevancia, además se realizará una búsqueda en diferentes investigaciones, metaanálisis, revisiones y estudios de caso para relacionar y profundizar el tema expuesto, tomando en cuenta la objetividad en el desarrollo del tema a tratar, mismo que es claro conciso y fácil de interpretar. En más de una cita bibliográfica debe coincidir con las principales y se cumplir todos los criterios de búsqueda y elegibilidad.

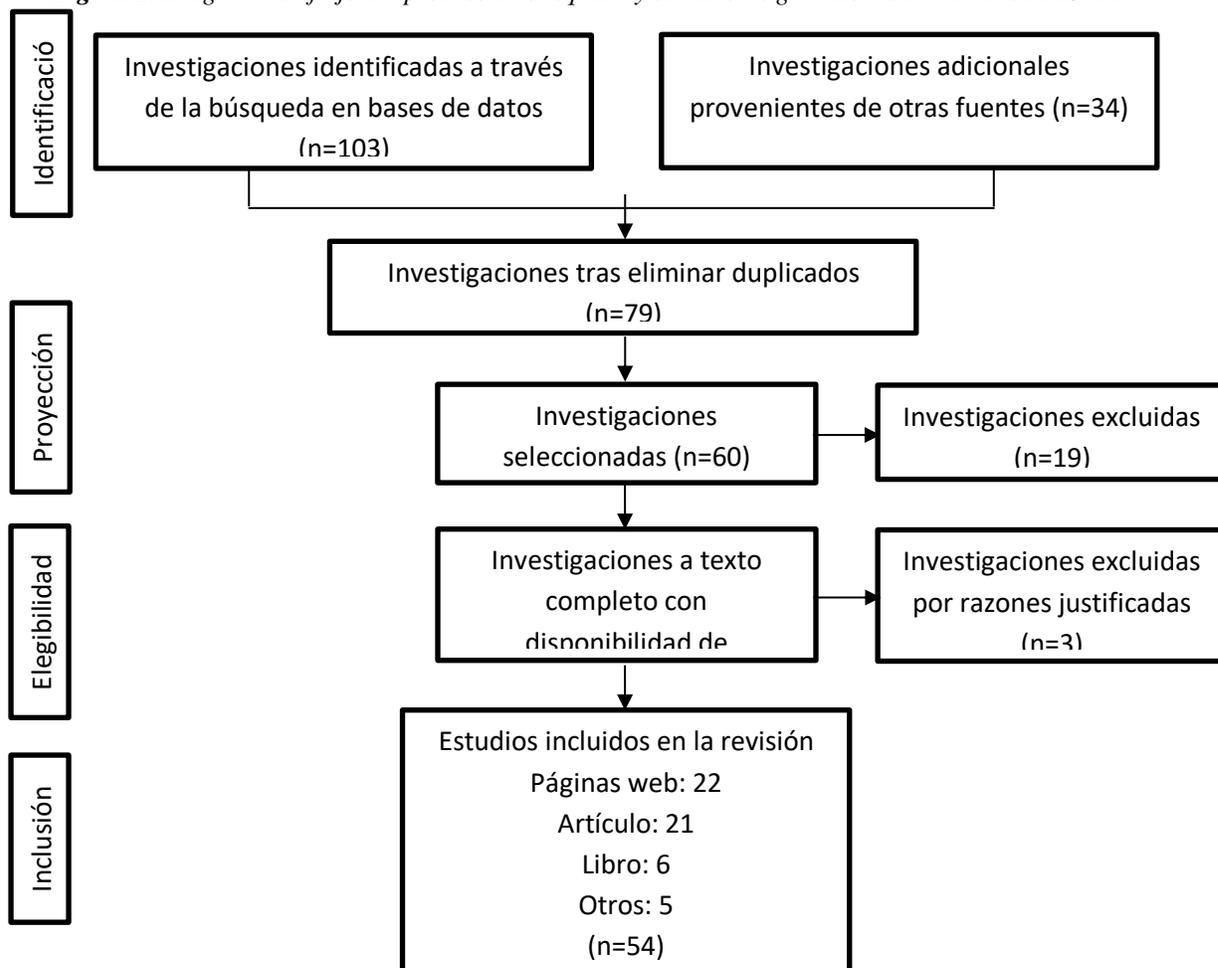
### **Gestor bibliográfico**

Para referenciar la información e incluir citas y autores dentro del presente trabajo investigativo, se utilizó Mendeley, un gestor bibliográfico que cuenta con una aplicación web y de escritorio que permite crear, recolectar, administrar, organizar y citar investigaciones de todo tipo, además de ser gratuito, fácil de usar y muy eficaz para el manejo de estudiantes.

### **Resultados**

Se realizó una búsqueda ordenada de estudios que reflejan información actualizada y relevante. A continuación, se presenta un cuadro de la revisión:

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección siguiendo las directrices PRISMA.



Nota. Fuente: Adaptado de la Declaración PRISMA 2020 (1).

## Discusión

### Genética forense en la investigación criminal en Ecuador

La investigación criminal es un proceso sistemático que se utiliza para reunir pruebas y evidencias relacionadas con un delito con el fin de identificar a él o los responsables del mismo, llevarlos ante la justicia e identificar la verdad de los hechos (2)(3). Lagos (2) la define como “un conjunto de saberes interdisciplinarios y acciones sistemáticas integrados para llegar al conocimiento de una verdad relacionada con el fenómeno delictivo”. Este proceso implica una serie de etapas y técnicas que son llevadas a cabo por investigadores especializados en el área(4). Explicándolo de manera general, inicia con la recopilación de información, preservación de la escena del crimen, recolección

## Avances y Evolución de la Genética Forense en el ámbito de la Investigación Criminal en Ecuador

---

de evidencia, análisis de la evidencia, identificación del sospechoso, arresto y procesamiento y termina con la presentación de pruebas.

Por otro lado, según evidencia, en América Latina la investigación criminal no ha sido una herramienta privilegiada. Considerando que esta no ha funcionado con Estados que no quieren acabar con los “enemigos”, ni le favorece obtener evidencia que destape las atrocidades e ilegalidades de sus “amigos” (5). Es por eso por lo que en Ecuador mejorar la investigación criminal sigue siendo un reto principal y una herramienta fundamental para lograr el desarrollo social.

Con el avance de la ciencia, se han ido incorporando nuevas técnicas que estudian el material genético de la evidencia, siendo útil en la investigación criminal, motivo por el cual es relevante hablar de la genética forense en esta área, ya que juega un papel esencial en la identificación del sospechoso y de la víctima.

La genética forense es una rama de la genética que se ocupa de aplicar los principios y técnicas de la genética en la resolución de crímenes y la identificación de individuos en el ámbito legal. Es una especialidad dentro de la genética que aplica los conocimientos de esta ciencia para desenvolver problemas jurídicos penales y civiles, esta especialidad aporta un elevado porcentaje de esclarecimiento de casos que garantiza al legislador la aplicación debido proceso (6). Utiliza la información genética contenida en el ADN para ayudar en investigaciones criminales, identificación de víctimas, determinación de la paternidad y otras cuestiones legales (7), pero esto es efectivo cuando se conoce el desarrollo de la prueba genética (8). (*vease Anexo 1*) Por su parte, “se ha considerado el [estándar de oro] entre las periciales debido al soporte científico que la respalda y a que tiene un gran número de aplicaciones” (8). Existen dos técnicas usadas para estudiar el ADN en la ciencia forense, la primera consiste un polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción (RFLP), la segunda una reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (6).

En Ecuador el Laboratorio de Genética Forense dependiente del Ministerio del Interior y el servicio de criminalística utilizan la genética forense con el objetivo de comparar perfiles genéticos de desaparecidos, con cadáveres no identificados o restos humanos a fin de determinar su identidad y posterior entrega a sus familiares (9)(10). Con lo expuesto, es claro que la implementación de la genética forense en la investigación criminal es crucial porque permite una identificación precisa de sospechosos y víctimas, la resolución de casos fríos, la exoneración de personas injustamente condenadas, y proporciona evidencia irrefutable en juicios, fortaleciendo así el sistema judicial.

Además, actúa como una herramienta disuasoria contra el crimen, mejora la investigación al vincular diferentes delitos y es vital en la identificación de víctimas en desastres y conflictos, contribuyendo significativamente a la justicia, la protección de derechos humanos y el avance de la ciencia forense.

### **Avances de genética forense en investigación criminal**

La genética forense ha transformado las investigaciones criminales y la justicia desde que el ADN se utilizó por primera vez en casos legales en la década de 1980 (11), el campo combina la genética y la ciencia forense para analizar material genético y resolver delitos, con avances tecnológicos como la prueba de cadena de polimerasa (PCR) y la secuenciación de próxima generación (NGS) han permitido amplificar y analizar muestras de ADN con mayor precisión y rapidez, asimismo, la creación de bases de datos de ADN ha facilitado la comparación de perfiles genéticos y ha mejorado la eficiencia en la identificación de sospechosos y desaparecidos, algunos de los avances más significativos de la genética forense en los últimos años en varios países del mundo son los siguientes: La base de datos de ADN CODIS (Combined DNA Index System) se trata de un software creado por el FBI, usado para el almacenamiento de datos genéticos y la comparación de estos, este se basa en el almacenamiento de perfiles genéticos y busca automáticamente coincidencias entre ellos, estos perfiles almacenados en CODIS se registran a través de un código de identificación y no requieren agregar información personal, además, no almacena datos sobre antecedentes penales, casos relacionados, documentos de identidad o fechas de nacimiento, respetando así los principios bioéticos, es ampliamente utilizado principalmente en los Estados Unidos, donde fue desarrollado, sin embargo, varios países han implementado CODIS para sus bases de datos de ADN como: Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Japón, Inglaterra (12), México (13), Colombia (14)(15), Chile (16), Costa Rica (17). (Véase tabla 1). Por otra parte, el perfilado genético de poblaciones se encarga del estudio de la composición genética de individuos y sus modificaciones en el tiempo, utilizan técnicas y métodos para examinar y caracterizar la diversidad genética de estas, es utilizado en varios países alrededor del mundo. En Estados Unidos es ampliamente utilizado en medicina forense, investigaciones criminales, estudios de genealogía y medicina personalizada, en Inglaterra es empleado en investigaciones forenses, estudios antropológicos y medicina genómica (18). Canadá (19), México (19). (Véase tabla 1)

Por otro lado, las tecnologías portátiles de ADN son pequeños dispositivos portátiles que tienen la capacidad de secuenciar, analizar y sintetizar el ADN, estos dispositivos tienen el potencial para mejorar ciertos campos de la medicina legal, entre sus principales beneficios destaca su capacidad para secuenciar el ADN de una persona en cualquier lugar, sin necesidad de enviar muestras a un laboratorio, usado ampliamente en países como Estados Unidos, Canadá, Australia y Japón (20), además de países como Ecuador (21) y Argentina (22). (Véase tabla 1 y 2). Además, el análisis de ADN de baja copia es una técnica sensible para detectar y medir pequeñas cantidades de ADN en muestras complejas se diferencia del ADN de copia única (ADNc), que se enfoca en múltiples copias de secuencias de ADN presentes en el genoma, este se enfoca en secuencias de copia única o baja, como el ADN tumoral circulante y el ADN mitocondrial, actualmente varios países del mundo está empleando este tipo de método con frecuencia, especialmente en naciones como Estados Unidos (23), Australia (24), México (25), Nueva Zelanda (26), Ecuador (27) y Chile (28).

Los proyectos de identificación masiva son una tecnología de análisis avanzada de secuenciación que tiene la capacidad de analizar e identificar varios genes conocidos como genes en paneles en un sólo test, así como un exoma completo, sus principales beneficios son el tiempo y costo reducido, este software se caracteriza por analizar la mayor parte de las variables usadas en una identificación forense, haciendo énfasis en las variables genéticas, con un nivel muy extenso, eficaz y preciso, es usado ampliamente en países como México (29), España (19), Ecuador (30), Colombia (31), Costa Rica (32) y Argentina (33). Otro avance aplicado, el análisis de ADN Mitocondrial es una técnica que se usa para analizar el ADN mitocondrial (ADNmt), se caracteriza por tener una pequeña forma circular de ADN que se encuentra en las mitocondrias, las mismas que son las encargadas de producir energía, el ADNmt es heredado únicamente de la madre, por lo que puede ser utilizado para rastrear el linaje materno y estudiar la evolución humana (34). En España, el análisis del ADN mitocondrial (ADNmt) se utiliza para diversos propósitos como el seguimiento de la ascendencia materna, el diagnóstico de enfermedades mitocondriales, investigaciones forenses y más, así mismo es usado en otros países como Estados Unidos, Canadá, Japón, España (35), Ecuador (36) y Argentina (37).

El fenotipado forense es una técnica nueva dentro de la genética forense, tiene la facultad de predecir características visibles del individuo a partir del ADN, en la actualidad se ha convertido en una de las herramientas más potentes para ayudar resolver varios casos forenses, el color de ojos, y de pelo son los rasgos fenotípicos que se predicen con la suficiente precisión y fiabilidad como para ser utilizados

en la práctica forense. En Colombia, el fenotipo forense se utiliza para diversos propósitos en el ámbito criminalístico y de investigación legal. A continuación, se detallan algunos de sus usos más comunes como identificación de individuos (38)(39), además de ser utilizado en otros países como Estados Unidos (40), España(40), Argentina (41). (*Véase Tabla 1 y 2*)

La Interpol se define como la Organización Internacional de Policía Criminal es una organización intergubernamental que cuenta con 196 países miembros, ayuda a la policía de aquellos países a colaborar entre sí para garantizar la seguridad en los mismos, para ello, esta organización facilita el intercambio y acceso a información sobre delitos y delincuentes, además la Secretaría General coordina actividades diarias de lucha contra distintos delitos, en ella trabajan en ella tanto policías como civiles, además en cada país existe una Oficina Central Nacional (OCN) de INTERPOL que actúa como punto de contacto para la Secretaría General y otras oficinas las cuales están dirigidas por funcionarios de la policía nacional y, normalmente, forman parte del ministerio del gobierno responsable de las actividades policiales (42). Así también, el Proyecto Innocence es una organización sin fines de lucro creada en Estados Unidos que trabaja para ayuda a exonerar a las personas condenadas injustamente por medio de pruebas de ADN y además, ayuda a crear leyes y reformas en el sistema judicial para prevenir futuras condenas injustas, por medio de la investigación y promoción de políticas nuevas que ayuden a prevenir condenas erróneas, como mejorar la calidad de las pruebas forenses, reformar las prácticas de identificación de testigos, y garantizar la competencia de la defensa legal. (43).

Por otro lado, con el avance de la ciencia y la tecnología, se están creando nuevos mecanismos para la aplicación de la genética forense, muchas investigaciones sobre la aplicación de esta innovadora tecnología aún están en curso, dentro de estas podemos describir a los biochips, Análisis de AND de nueva generación (NGS), Métodos de fenotipado de ADN mejorados, entre otros.

Por su parte los Biochips son una tecnología emergente en el campo de la genética forense, estos dispositivos permiten el análisis simultáneo de múltiples marcadores genéticos en muestras biológicas, con su capacidad para analizar una amplia variedad de marcadores genéticos en una sola ejecución, los biochips facilitan la generación rápida y precisa de perfiles genéticos completos, mejorando la capacidad de identificación de individuos en investigaciones criminales y la resolución de casos. Los biochips son herramientas invaluableles en la genética forense moderna, son útiles para detectar mezclas de ADN, identificar restos humanos y analizar parentescos, su capacidad para

Avances y Evolución de la Genética Forense en el ámbito de la Investigación Criminal en Ecuador

analizar muestras biológicas complejas y proporcionar resultados detallados rápidamente mejora la efectividad y eficacia de las investigaciones criminales, convirtiéndose en una poderosa herramienta para los analistas forenses (6).

Así también el Análisis de AND de nueva generación es una tecnología revolucionaria que permite la secuenciación masiva y en paralelo de millones de fragmentos de ADN en una sola ejecución, proporcionando una imagen más completa de la genética al detectar variantes genéticas asociadas con rasgos fenotípicos, ascendencia y susceptibilidad a enfermedades, por ende, amplía las posibilidades del análisis forense y abre nuevas formas de identificar personas y resolver casos, permite manejar grandes volúmenes de muestras de manera rápida y económica, y su capacidad para realizar múltiples análisis en una sola ejecución también ahorra tiempo y recursos, mejorando la eficiencia y efectividad de la investigación criminal (31).

Finalmente, a lo largo de los años, se han desarrollado nuevos métodos de fenotipado de ADN mejorado que pueden identificar a los presuntos responsables. La tecnología más reconocida y antigua es el ADN como contenedor de las propias huellas genéticas, que tiene una variedad de aplicaciones, no sólo en las investigaciones. Delitos, también incluye la identificación de restos humanos, personas desaparecidas, pruebas de paternidad y medicina general. Actualmente se han desarrollado nuevos métodos, como capturar un rostro humano a partir de una muestra de ADN, que, combinados con procedimientos técnicos para codificarlo y procesarlo correctamente, pueden recrear algo parecido a un retrato robótico. Esto permite a la genética forense analizar la variación facial, las influencias de género, la ascendencia genómica y los genes craneofaciales que definen el perfil de la persona investigada (40).

**Tabla 1.** Avances en genética que se han implementado en los diferentes países diferentes a América del Sur.

Países	Avances en genética							
	Base de datos de ADN CODIS	Perfilado genético de poblaciones	Tecnologías portátiles de ADN	Análisis de ADN de Baja Copia	Proyectos de identificación masiva	Análisis de ADN Mitocondrial	Fenotipado forense	Proyecto o Inocencia
Estados Unidos	X	X	X	X	-	X	X	X

Avances y Evolución de la Genética Forense en el ámbito de la Investigación Criminal en Ecuador

<b>Inglatera</b>								
<b>Canadá</b>	X	X	X	-	-	X	-	X
<b>Australia</b>	X	-	X	X	-	X	-	X
<b>México</b>	X	X	-	X	X	-	-	-
<b>Japón</b>	X	-	X	-	-	X	-	-
<b>Nueva Zelanda</b>	X	-	-	X	-	-	-	X
<b>España</b>	-	-	-	-	X	X	X	-

*Nota. Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 2. Avances en genética que se han implementado en países de América del Sur.*

<b>Países</b>	<b>Base de datos de ADN CODIS</b>	<b>Tecnologías portátiles de ADN</b>	<b>Análisis de ADN de Baja Copia</b>	<b>Proyectos de identificación masiva</b>	<b>Análisis de ADN Mitocondrial</b>	<b>Fenotipado forense</b>
<b>Ecuador</b>	-	X	X	X	X	-
<b>Colombia</b>	X	-	-	X	-	X
<b>Chile</b>	X	-	X	-	-	-
<b>Costa Rica</b>	X	-	-	X	-	-
<b>Argentina</b>	-	X	-	X	X	X

*Nota. Fuente: Elaboración propia*

### Avances en Genética forense en Ecuador

Hoy en día, más de 59 países han utilizado el ADN de personas investigadas por crímenes para crear sus bases de datos con el registro de la huella genética. En América Latina se ha logrado un avance en la legislación e implementación de las bases de datos, y se ha debatido sobre la protección de derechos y los marcos constitucionales. Ecuador está avanzando en este camino con una legislación que regula el uso de ADN en investigaciones relacionadas con personas desaparecidas, sin embargo, es necesario rediseñar una base de datos más integral para investigar otros delitos en los cuales el ADN puede contribuir con evidencia decisiva (20).

Antes del año 2010 el Ecuador, no disponía de laboratorios de ADN que trabajen a la par con las entidades de justicia en las investigaciones forenses. Es en 2014 que se crea la Base de Datos de Personas Desaparecidas con la información genética de cadáveres de personas no identificadas (PNI),

restos óseos y osamentas que se había reportado hasta ese año, al igual que de familiares de personas presuntamente desaparecidas (44). Un año después, en el 2015 se crea el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) como entidad operativa, en donde se estableció el Laboratorio de Genética Forense (LGF) en Planta Central – Quito, como apoyo a la justicia, convirtiéndose en un medio para fortalecer el sistema penal (45) (44). Posteriormente, en 2020, el SNMLCF inauguró el LGF en Guayaquil, como una extensión del de la Planta Central. Sin embargo aquí aún no había herramientas informáticas para estudios comparativos y cálculos estadísticos(46). Hasta el 2022 la Base de Datos de Desaparecidos contaba con 793 perfiles de familiares de personas desaparecidas y 1298 perfiles de cadáveres desconocidos, restos óseos y osamentas, los cuales son comparados entre sí cada vez que se ingresa un nuevo perfil (46), cuyo objetivo es encontrar coincidencias entre sí, determinar vínculos biológicos y establecer la identidad de los cadáveres.

Por otro lado, en Ecuador se han venido organizando encuentros entre diferentes entidades con el fin de impulsar el desarrollo de la genética forense en cuanto a investigación criminal. Es así que, en agosto del 2022 en Quito, se realizaron una serie de mesas técnicas dentro de la campaña “Justicia Forense: ADN Latinoamérica”, que tenía como objetivos el establecimiento y/o fortalecimiento de los marcos científicos y legales, para la regulación y administración de una base de datos de ADN forense con fines de investigación criminal, humanitarios y civiles. Así también, en junio de 2022, se llevó a cabo el Primer Congreso Internacional de Ciencias Forenses en Guayaquil, en el que se abordó temas sobre nuevas tecnologías de genética forenses que pudieran implementarse en el Ecuador (44). Otro avance significativo se dio el 20 de diciembre de 2022 con la aprobación del “Reglamento para la creación y administración de la base de datos de perfiles genéticos con fines de investigación forense y humanitarios” (47), que permitió la toma de muestras de perfiles genéticos de las personas privadas de la libertad, investigadas, procesadas y sentenciadas por delitos penales, perfiles genéticos de indicios de la escena del crimen, individuos que necesiten permiso o autorización para el porte de armas, miembros activos de la Policía Nacional y Fuerzas Armadas, y funcionarios de las Entidades de Seguridad Complementaria contempladas en el COESCOP (47). (véase Anexo 2)

Además, con el desarrollo de técnicas de amplificación génica (PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa) y su aplicación a la genética forense, se han logrado grandes resultados, a partir de vestigios con cantidades mínimas de ADN (picogramos) o con el ADN muy degradado. Actualmente se ha implementado una Base de Datos Genética que cuenta con marcadores genéticos Short Tandem

Repeats (STRs), importante para hacer comparaciones entre muestras de referencia de familiares de presuntos desaparecidos y los cadáveres PNI, osamentas y restos óseos, con la finalidad de que sean devueltos a sus familiares (44). Actualmente, Ecuador cuenta con una serie de instrumentos que facilitan la implementación de la genética forense en la investigación criminal (véase Tabla 3). Si bien no hay un avance rápido en este ámbito, se ha logrado implementar hasta el momento dichos elementos que han ayudado a identificar varios criminales en el país. Para la identificación de cadáveres, se ha evidenciado un progreso significativo en cuanto a las técnicas de dactiloscopia, antropología y genética, sin embargo, la odontología forense aún se encuentra en desarrollo (30).

*Tabla 3. Instrumentos disponibles en genética forense en Ecuador.*

		<b>Análisis de ADN en Crímenes Violentos</b>
<b>Ecuador</b>	<b>Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato y Manta</b>	Proyectos de identificación masiva
		Identificación de Personas Desaparecidas
		Base de Datos Nacional de ADN
		Análisis de ADN Mitocondrial
	Quito, Guayaquil, Cuenca	Análisis de ADN de Baja Copia
		Laboratorio de Genética Forense de la Policía Nacional
		Tecnologías portátiles de ADN

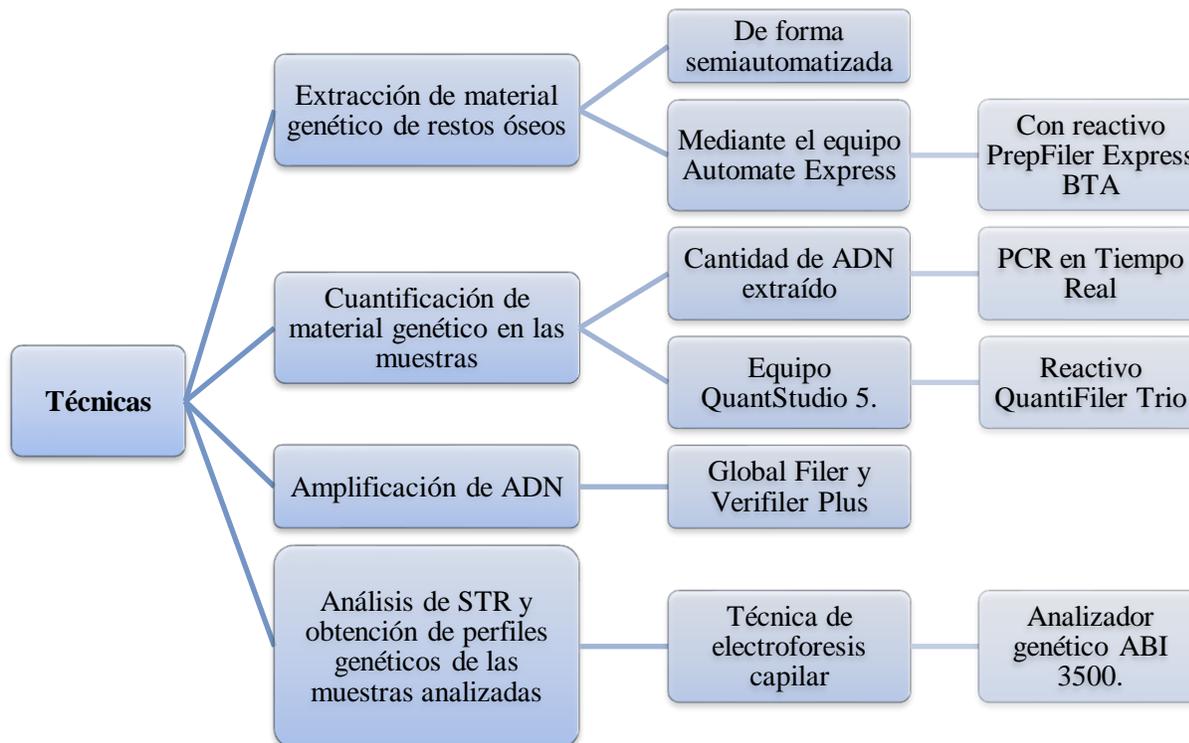
**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### **Dentro del proceso de análisis se describen los siguientes pasos(8)**

- 1) Extracción del material genético mediante métodos mecánicos, físicos y químicos dando prioridad a aquellos que permitan obtener una cantidad adecuada de ADN sin comprometer su calidad.
- 2) Cuantificación del material genético extraído para definir si la cantidad obtenida permite seguir adelante con el análisis o si es insuficiente para la obtención de un perfil genético.
- 3) Amplificación del material genético para obtener suficientes copias de ADN que será analizado y cotejado, así como detectar los diferentes alelos de los marcadores evaluados.
- 4) Interpretación de los perfiles genéticos, evaluando el perfil obtenido y determinar si se amplificaron de manera correcta los marcadores y si la muestra no contenía algún inhibidor o si estaba degradada y establecer el número de perfiles que se encuentran en una misma muestra.

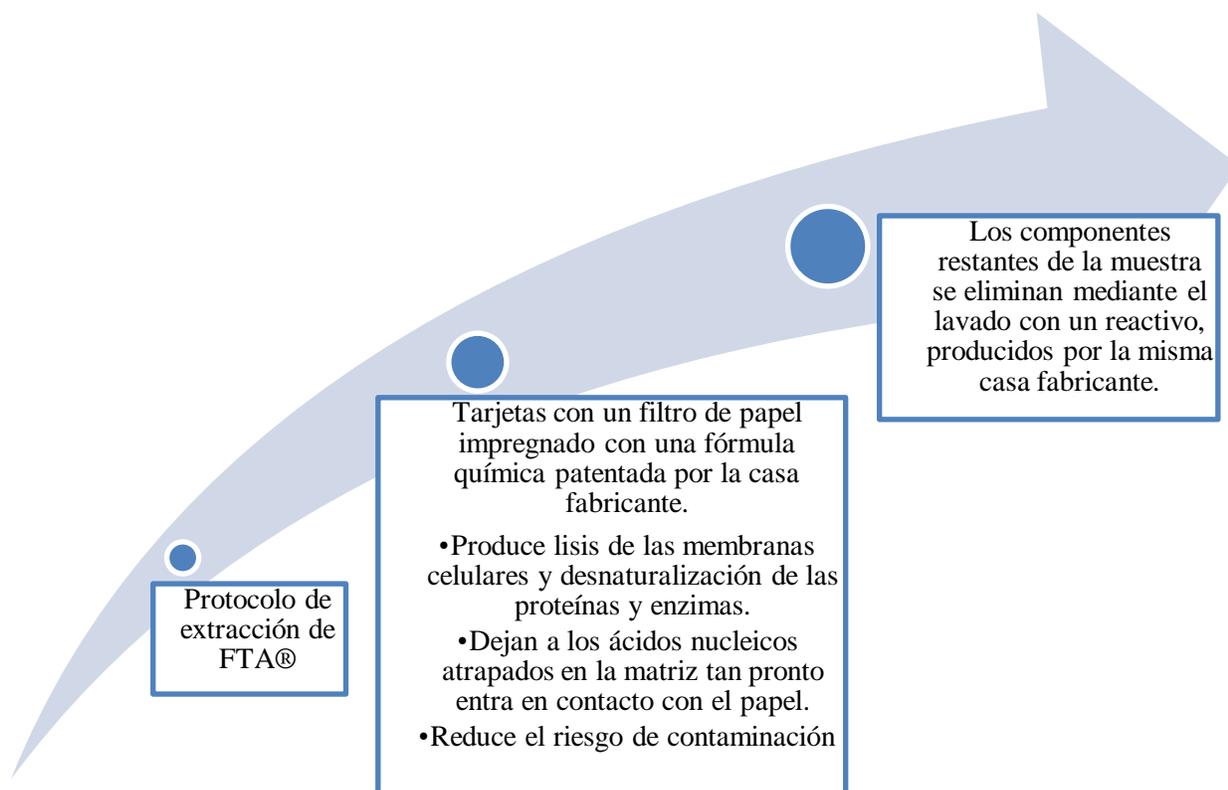
Los laboratorios de Genética Forense en Ecuador cuentan con equipamiento y reactivos especializados para la obtención de ADN del material biológico. (Véase Figura 2-4)

**Figura 2.** Técnicas empleadas para la obtención de perfiles genéticos.



*Nota.* Fuente: Elaboración propia con base en Zarate M, et al 2022 (44).

**Figura 3.** Protocolo para la obtención de los perfiles genéticos de los familiares de las personas presuntamente desaparecida.



*Nota.* Fuente: Elaboración propia con base en Zarate M, et al 2022 (44).

**Figura 4.** Marcadores de la Base de Datos de Desaparecidos que maneja la información genética.

D3S1358	vWA	D16S539	D2S1338
D8S1179	D21S11	D18S51	D19S433
TH01	FGA	Amelogenina	D10S1248
D22S1045	D2S441	D1S1656	D12S391

*Nota.* Fuente: Elaboración propia con base en Zarate M, et al 2022 (44).

El análisis de estos marcadores permite su uso en cumplimiento de acuerdo con lo que se estable en el “Manual de procedimientos para el Laboratorio de ADN humano”. 2024 (44).

En definitiva, los avances en genética forense han tenido un impacto significativo en la investigación criminal en Ecuador, contribuyendo a la resolución de crímenes, la identificación de víctimas y autores, la exoneración de personas inocentes, la disuasión del crimen y el fortalecimiento de la confianza ciudadana. (véase Tabla 4)

*Tabla 4. Datos estadísticos de la aplicación de la genética forense en investigación criminal en Ecuador.*

<b>Aumento en la resolución de crímenes</b>	<b>Según la Fiscalía General del Estado, en 2021, la genética forense contribuyó a la resolución del 75% de los casos de asesinato y el 82% de los casos de violación sexual (48).</b> En 2022, el Laboratorio de Genética Forense del SNMLCF realizó más de 15.000 análisis de ADN para investigaciones criminales, lo que representa un aumento del 20% en comparación con 2021 (44).
<b>Identificación de víctimas y autores</b>	En 2021, la base de datos de perfiles genéticos de la Fiscalía General del Estado permitió la identificación de 120 personas no identificadas y la vinculación de 85 individuos a crímenes (48). El análisis de ADN ha sido crucial para la identificación de víctimas de desastres, como el terremoto de Manabí en 2016, permitiendo la entrega digna de los restos a sus familiares (49).
<b>Fortalecimiento de la confianza ciudadana:</b>	El uso efectivo de la genética forense en la investigación criminal ha contribuido a fortalecer la confianza de la ciudadanía en las instituciones judiciales y en la capacidad del Estado para combatir la delincuencia.

*Nota. Fuente: Elaboración propia con base en Zarate M, et al 2022 (44). FGE, 2014(48). El Comercio, 2014 (49).*

## **Obstáculos que ha tenido la genética forense en Ecuador**

No es desconocido que la genética forense en Ecuador ha tenido varios obstáculos significativos que han limitado su avance y eficacia en la investigación criminal. Como se había mencionado anteriormente, la principal limitación de la investigación criminal mediante genética forense se debe a la existencia de un Estado que no le conviene acabar con los enemigos ni les favorece que se descubra las ilegalidades de este y de su vínculo con los criminales. Añadido a esto, existen múltiples factores que intervienen; económicos, tecnológicos, acceso limitado, mala gestión, resistencia al cambio, entre otros.

Se plantea que uno de los principales desafíos es la limitación tecnológica, debido a que muchos laboratorios forenses en el país carecen de equipos avanzados y tecnologías necesarias para realizar análisis de ADN complejos y precisos. Además, la falta de infraestructura adecuada impide que estos laboratorios puedan llevar a cabo análisis detallados y retrasa el proceso de investigación criminal. Sin duda, esto está estrechamente relacionado con la falta de recursos financieros destinados a la genética forense y a la poca importancia del Estado para redirigir el financiamiento a esta área. Sumado a esto el acceso restringido a bases de datos genéticas y la limitada colaboración e intercambio de información a nivel internacional, reduce la eficacia de las investigaciones transnacionales y la identificación de delincuentes que operan en múltiples lugares (44).

Otros desafíos son las cuestiones legales y regulatorias debido a la falta de un marco legal y regulatorio robusto para la recolección, almacenamiento y uso de datos. Esto en parte debido a la gestión ineficiente y los desafíos logísticos y de gestión que afectan la comunicación y cooperación entre las diferentes entidades involucradas en la investigación criminal y la genética forense. Lo que genera desconfianza y resistencia al cambio dificultado la implementación y aceptación de nuevas tecnologías y métodos forenses. Sin una percepción pública y profesional positiva, es difícil integrar estas herramientas de manera efectiva en el sistema de justicia.

### **Aspectos éticos y jurídicos en la genética forense**

La utilización de las diferentes técnicas de análisis genético en la resolución de delitos y la determinación de parentescos genera una serie de dilemas éticos y jurídicos que ameritan una evaluación cuidadosa. La genética forense al almacenar y organizar información genética vinculada a muestras o pruebas biológicas obtenidas durante investigaciones criminales pretende esclarecer hechos sometidos a investigación judicial en materia penal, para identificar a los responsables (9). Sin embargo dentro de este proceso están inmersos dilemas éticos sobre la vulneración de los derechos fundamentales de las personas, como el derecho a la integridad física y moral, a la intimidad personal y libertad, a la dignidad, a la libertad de movimientos, a la presunción de inocencia entre otros, además en algunos casos se obtienen perfiles genéticos sin el consentimiento del sospechoso, proponiendo de esta manera que se vulnera su derecho a la privacidad de datos personales y la integridad corporal (50), ya que el ADN puede mostrar información fenotípica o física de la persona, y la predisposición genética a ciertas enfermedades. Se menciona que esta vulneración a la intimidad

se puede evitar si se limita el análisis forense del ADN solo a las partes no codificantes, de esta manera obteniendo solo la información necesaria para la investigación policial y forense.

Es así como, para que el análisis de ADN se considere una prueba confiable, debe obtenerse de manera legal y siguiendo de manera rigurosa los métodos científicos y tecnológicos apropiados. Además, se debe delimitar que parte de la secuencia genética va a ser analizada, con el fin proteger los datos personales de los individuos(51).

Por otro lado, el uso de la genética forense en investigaciones no criminales como la impugnación de paternidad definida como “una institución jurídica creada frente a la duda eventual respecto a la verdadera relación biológica entre presuntos padre e hijo” (52), puede conllevar un sin número de problemas éticos y jurídicos. Si bien esta impugnación debe realizarse siempre dentro del marco legal y con el respeto a los derechos de todas las partes involucradas, muchas veces se violan estas reglas y se comenten delitos. Por lo que se sugiere que, ante esta sospecha durante el proceso de impugnación, se debe denunciar ante las autoridades competentes. Así también, la falsificación de pruebas de ADN es un crimen grave que puede tener consecuencias devastadoras para el sistema judicial, erosionando la confianza en la justicia y conduciendo a condenas erróneas o la absolución de culpables.

La manipulación de resultados de ADN para obtener un beneficio personal o dañar a alguien es un acto deplorable que atenta contra los derechos humanos y la verdad (53). Al igual que declarar falsamente bajo juramento durante el juicio de impugnación de la paternidad y amenazar o coaccionar a las partes involucradas en el proceso de impugnación de la paternidad con el fin de obtener un resultado favorable, son un delito.

El art. 25 del Reglamento para uso del material genético humano en Ecuador, referido al interés científico establece que será competencia del Ministerio de Salud Pública la creación de bancos nacionales de muestras genéticas que se valoren apropiados debido al interés general. Las muestras podrán ser utilizadas para estudios de parentesco y filogenia de poblaciones ecuatorianas, y los resultados de las muestras almacenadas, podrán utilizarse para la realización de artículos científicos, tesis de maestría o doctorado (54).

## Conclusiones

Para concluir, podemos decir que la genética forense juega un papel indispensable a la hora de servir como herramienta para investigaciones criminales en todo el mundo, siendo un pilar fundamental en la modernización del sistema judicial y en la garantía de la seguridad ciudadana. En Ecuador no se han visto grandes avances como en países desarrollados, bien sea por las diferentes limitaciones, principalmente el desinterés del estado, la falta de designación de recursos para la obtención de tecnología avanzada y mejora de infraestructura, la limitada colaboración internacional, entre otros. Sin embargo, actualmente se está haciendo un esfuerzo por mejorar en la detección de criminales mediante la genética forense, viéndose cambios significativos en las tecnologías de ADN, la implementación de bases de datos genéticas y fortaleciendo la colaboración internacional. Estos avances han mejorado la eficiencia de la justicia penal en la lucha contra el crimen. Con esto se ha demostrado el compromiso que tiene hoy en día Ecuador para reducir las tasas de criminalidad.

## Recomendaciones

Como se mencionó a lo largo de la investigación, Ecuador es uno de los países cuyos avances en la investigación criminal en el ámbito de la genética forense han progresado limitadamente, para lo cual se han enumerado una serie de recomendaciones a considerar para fortalecer el uso de la genética forense como una herramienta esencial para la investigación criminal. Una de estas recomendaciones es la de invertir en la actualización de equipos y tecnologías de última generación para el análisis de genética y ADN en los laboratorios forenses del Ecuador, donde se deberá proporcionar capacitación especializada y continua al personal en genética forense, tanto en el sector público como en el privado, fomentando de tal manera la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas de análisis para estar a la vanguardia ante un hecho criminal.

Es necesario implementar protocolos estandarizados y rigurosos para la recolección, preservación y análisis de muestras en la escena del crimen. Garantizar la cadena de custodia de las muestras evitando la contaminación o la manipulación indebida. Y promover la aplicación de controles de calidad estrictos en todas las etapas del proceso de análisis de genes con el objetivo de garantizar la confiabilidad de los resultados.

También se recomienda establecer una base de datos nacional de ADN de personas condenadas por delitos graves y leves. Esta base de datos debe contar con un sistema eficiente para la gestión y el

intercambio de información entre las diferentes instituciones del país, procurando que la seguridad y confidencialidad de la información genética almacenada en las bases de datos deban estar garantizadas mediante medidas de protección robustas.

Es crucial el fomentar la colaboración con organismos internacionales especializados en genética forense, así como la participación en intercambios de experiencias y buenas prácticas con otros países de la región. Además, es necesario revisar y actualizar la legislación vigente para regular el uso de la genética forense en la investigación criminal, garantizando el respeto a los derechos humanos y la privacidad de las personas. Así como establecer mecanismos claros para la obtención del consentimiento informado para la toma de muestras de ADN.

Informar a la ciudadanía sobre los beneficios y aplicaciones de la genética forense en la investigación criminal es fundamental para generar confianza y colaboración con las autoridades, donde tanto promover la cultura de la denuncia y la colaboración en la resolución de crímenes será tan importante como desarrollar programas educativos para fomentar el interés en las carreras relacionadas con la genética forense contribuyendo a la formación de futuros profesionales en este campo.

En general, la implementación de estas recomendaciones de manera integral permitirá fortalecer el uso de la genética forense como una herramienta esencial para la investigación criminal en Ecuador, coadyuvando al esclarecimiento de delitos, la identificación de delincuentes y la búsqueda de personas desaparecidas, contribuyendo así a la seguridad pública y la justicia en el país.

## Referencias

1. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2024 Jun 17];74(9):790–9. Available from: <http://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>
2. Lago V. La práctica de la investigación criminal : Inspección Técnico Ocular (ITO) [Internet]. Reus; 2017 [cited 2024 Jul 13]. Available from: [https://www.editorialreus.es/static/pdf/9788429019841\\_primeras\\_paginas\\_la-practica-de-la-investigacion.pdf](https://www.editorialreus.es/static/pdf/9788429019841_primeras_paginas_la-practica-de-la-investigacion.pdf)

3. Castro J, Aparicio J. La investigación criminal y el esclarecimiento de un hecho punible Criminal Investigation and Crime Clearing Up tc. Jesús alberto castro saldaña. Rev Crim [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 13];50(2). Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/crim/v50n2/v50n2a08.pdf>
4. Quintana A. Investigación criminal [Internet]. Sindicato policia local de Sevilla; 2021 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://spls.es/wp-content/uploads/2021/09/INVESTIGACION-CRIMINAL.ALEXIS-QUINTANA.2107128332834-ISBN.pdf>
5. Neild R. Temas y debates en la reforma de la seguridad pública. Una guía para la sociedad civil [Internet]. [Washington DC]: Washington Office on Latin America; 2000 [cited 2024 Jul 13]. Available from: [http://www.liber.ufpe.br/save\\_the\\_children/files/p/111/111.pdf](http://www.liber.ufpe.br/save_the_children/files/p/111/111.pdf)
6. Romel R, Noguel D. La genética forense como herramienta de investigación policial Artículo de Revisión Forensic genetics as a police investigation tool. Rev Mex Med Forense [Internet]. 2022 [cited 2024 Jul 12];8(2):105–20. Available from: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v8i2.3012>
7. García L. La calidad en los laboratorios genéticos forenses . Cienc Lat [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 13]; Available from: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4847](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4847)
8. Lelo De Larrea AZ, Bátiz Vázquez B, Verónica De Gyves E, Alejandro Z, González S, Sergio B, et al. Guía para la valoración judicial de la prueba pericial en materia de genética [Internet]. Ubijus; 2022 [cited 2024 Jul 12]. Available from: [https://www.cjf.gob.mx/PJD/PJD\\_resources/guias/lib/P01003.pdf](https://www.cjf.gob.mx/PJD/PJD_resources/guias/lib/P01003.pdf)
9. Lafferrière J. La información genética en salud en América Latina: Algunos aspectos éticos y jurídicos [Internet]. Rionegro: Universidad Católica de Oriente; 2020 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://repositorio.uco.edu.co/bitstream/20.500.13064/749/1/InformacionGenetica.pdf>
10. Servicio nacional de medicina legal y ciencias forenses. Servicio de Criminalística [Internet]. Ciencias forenses. 2020 [cited 2024 Jul 12]. Available from: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/servicios-de-criminalistica/>
11. Interpol. ADN [Internet]. Interpol. 2015 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia-cientifica/ADN>

12. Gobierno de España. Base de datos policial de identificadores obtenidos a partir de ADN: desde el inicio hasta diciembre 2018 [Internet]. Ministerio del Interior, Secretaría de Estado de Seguridad ; 2018 [cited 2024 Jul 13]. Available from: [https://www.interior.gob.es/opencms/pdf/archivos-y-documentacion/documentacion-y-publicaciones/publicaciones-descargables/publicaciones-periodicas/Base-de-datos-policial-de-identificadores-obtenidos-a-partir-de-ADN.-Memoria/Base\\_de\\_datos\\_policial\\_identificadores\\_ADN\\_126190539\\_web.pdf](https://www.interior.gob.es/opencms/pdf/archivos-y-documentacion/documentacion-y-publicaciones/publicaciones-descargables/publicaciones-periodicas/Base-de-datos-policial-de-identificadores-obtenidos-a-partir-de-ADN.-Memoria/Base_de_datos_policial_identificadores_ADN_126190539_web.pdf)
13. Aguilar B. CODIS: Base de datos forense en bitácora y apuntes de un forense [Internet]. Sociedad de Ciencias Forenses en Baja California. 2021 [cited 2024 Jul 14]. Available from: <https://socifobc.org/2021/08/16/codis-base-de-datos-forense-en-bitacora-y-apuntes-de-un-forense/>
14. Taborda C. Un banco genético para acabar con la impunidad en Colombia [Internet]. El Espectador. equiposylaboratorio.com; 2022 [cited 2024 Jul 14]. Available from: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/novedad-ampliado/un-banco-genetico-para-acabar-con-la-impunidad-en-colombia>
15. Figueroa R, Vicuña G. Identificación de personas desaparecidas mediante la búsqueda en CODIS: reporte de dos casos. Case reports [Internet]. 2015 Jul 1 [cited 2024 Jul 14];1(2):44–9. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/care/article/view/49455/64476>
16. Fuentes R. Graduación de oficiales policiales preparados para investigar [Internet]. 169th ed. Gonzales D, editor. Detective; 2017 [cited 2024 Jul 14]. Available from: [https://www.pdichile.cl/docs/default-source/revista-detective/revista169.pdf?sfvrsn=bb6040c5\\_0](https://www.pdichile.cl/docs/default-source/revista-detective/revista169.pdf?sfvrsn=bb6040c5_0)
17. Organismo de investigación judicial. CODIS: ciencia aplicada a la investigación criminal [Internet]. OIJ. 2018 [cited 2024 Jul 14]. Available from: [https://sitiooij.poder-judicial.go.cr/index.php/component/k2/itemlist/search?searchword=CODIS&categories=&\\_ncforminfo=K9\\_XWhLLDnAPr\\_zCIy42no7bsonOPIRxTO4oDrB7us8Y0AEwKCmpfycI-1aBfqdFfUcezZVmnw9xhousyxjn-yBIYJN8e7W1h-\\_OPOQtnO3wAizszzAZtVp9VBTqdCqM](https://sitiooij.poder-judicial.go.cr/index.php/component/k2/itemlist/search?searchword=CODIS&categories=&_ncforminfo=K9_XWhLLDnAPr_zCIy42no7bsonOPIRxTO4oDrB7us8Y0AEwKCmpfycI-1aBfqdFfUcezZVmnw9xhousyxjn-yBIYJN8e7W1h-_OPOQtnO3wAizszzAZtVp9VBTqdCqM)

18. Vizmanos J. Claves de la genética de poblaciones [Internet]. Elsevier. 2014 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://tienda.elsevier.es/claves-de-la-genetica-de-poblaciones-9788490226896.html>
19. Fuentes R. Criminalística de investigación criminal. Boletín Galego Med Leg e Forense [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 18];27. Available from: <http://www.agmf.es/az/boletin27CRIMINALISTICA DE LA IDENTIFICACIÓN PERSONA.pdf>
20. Canifarma. Secuenciador de ADN portátil [Internet]. Dispositivos Médicos. 2019 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://dispositivosmedicos.org.mx/secuenciador-de-adn-portatil/>
21. Ramirez K. PUCE avanza en investigación genética y comprensión del ADN [Internet]. Conexion PUCE. 2023 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://conexion.puce.edu.ec/puce-avanza-en-investigacion-genetica-y-comprension-del-adn/>
22. Gobierno de Argentina. Ciencia de los datos: detectives del código genético [Internet]. Instituto Nacional de Tecnología. 2019 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/ciencia-de-los-datos-detectives-del-codigo-genetico>
23. Instituto Nacional de Justicia de los Estados Unidos de America. Análisis de ADN con bajo número de copias [Internet]. Principios de ADN forense para funcionarios judiciales. 2023 [cited 2024 Jul 14]. Available from: <https://nij.ojp.gov/nij-hosted-online-training-courses/principles-forensic-dna-officers-court/15-emerging-trends/automation/low-copy-number-dna-analysis>
24. Chelmsford Legal. ADN de bajo perfil y juicios penales [Internet]. Chelmsford Legal. 2024 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://chelmsfordlegal.com.au/low-template-dna-criminal-trials/>
25. Julia A, Samudio A, González Sobrino BZ, Solís Arrieta L, Mata AT, Daneels Verriest A, et al. Estandarización de metodologías de ADN antiguo y sus aportaciones al estudio biocultural de poblaciones prehispanicas. An Antropol [Internet]. 2011 [cited 2024 Jul 18];45:33–50. Available from: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia/article/view/27967>
26. Petricevic S, Whitaker J, Buckleton J, Vintiner S, Patel J, Simon P, et al. Validation and development of interpretation guidelines for low copy number (LCN) DNA profiling in New

- Zealand using the AmpFISTR® SGM Plus™ multiplex. *Forensic Sci Int Genet* [Internet]. 2010 Oct [cited 2024 Jul 18];4(5):305–10. Available from: <https://www.esr.cri.nz/digital-library/validation-and-development-of-interpretation-guidelines-for-low-copy-number-lcn-dna-profiling-in-new-zealand-using-the-ampflstr/>
27. Gobierno de la República del Ecuador. Primer laboratorio genético acreditado en el país [Internet]. Servicio de Acreditación Ecuatoriano. 2017 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://www.acreditacion.gob.ec/cruz-vital/>
28. Becerra V, Paredes M. Uso de marcadores bioquímicos y moleculares en estudios de diversidad genética. *Agric Técnica* [Internet]. 2010 Jul [cited 2024 Jul 18];60(3):270–81. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072000000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072000000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
29. Gesell K, Carrasco T. Sistemas de identificación de personas. *Ecos Soc* [Internet]. 2020 Nov 27 [cited 2024 Jul 18];8(23). Available from: <https://revistas.ujat.mx/index.php/ecosoc/article/view/4155>
30. Caiza J, Castillo R, Lopez J, Moncayo J. Identificación humana en cadáveres del Ecuador: avances y desafíos en técnicas forenses. *Anat Digit* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jul 14];7(2.2). Available from: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/AnatomiaDigital/article/download/3054/8037/>
31. 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. *Univ Médica* [Internet]. 2020 Apr 2 [cited 2024 Jul 12];61(2). Available from: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/UMED/61-2 \(2020\)/231062391008/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/UMED/61-2 (2020)/231062391008/)
32. Campos-Sánchez R, Flores-Cruz A, Molina-Mora J-A, Mora R, Rodríguez C, Gatica-Arias A, et al. Avances de la bioinformática en Costa Rica: vista retrospectiva y perspectivas. *Rev Biol Trop* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2024 Jul 18];69(4):1204–23. Available from: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442021000401204&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442021000401204&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
33. Equipo argentino de antropología forense. Laboratorio de genética forense. EAAF [Internet]. 2006 [cited 2024 Jul 18]; Available from: <https://eaaf.org/laboratorio-de-genetica-forense/>

34. Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano. ADN mitocondrial [Internet]. NIH. 2024 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/ADN-mitocondrial>
35. Carracedo A. Desde la biología forense a las ciencias ómicas forenses: historia de la evolución de la genética forense [Internet]. [Coruña]: Instituto de España; 2023 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://www.ramynga.org/archivosBlog.aspx?notid=81717&nom=RAMYGA-IngresoCARRACEDO-Web.pdf>
36. DNA diagnostics center. Pruebas de ADN en Ecuador [Internet]. DDC. 2020 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://dnacenter.com/ecuador/>
37. Gobierno de Argentina. Capacitación en ADN mitocondrial [Internet]. Banco Nacional de Datos Genéticos. 2017 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/capacitacion-en-adn-mitocondrial>
38. Canales A. El fenotipado de ADN como potencial herramienta investigativa en el campo de la genética forense. Estado actual. Rev Esp Med Leg [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2024 Jul 13];46(4):183–90. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-medicina-legal-285-avance-resumen-el-fenotipado-adn-como-potencial-S0377473220300043#:~:text=El fenotipado de ADN forense,individuo a partir del ADN>
39. Gaviria D, Calderon J, Gil A. Vista de Secuenciación de Nueva Generación: ¿Es Factible su Implementación en el Ámbito Forense Colombiano? Memorias Forenses [Internet]. 2021 [cited 2024 Jul 18];5(1):75–91. Available from: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/mforenses/article/view/1012/1066>
40. Alvarez S. El fenotipado forense. IUS Sci [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 13];4(2):63–86. Available from: [https://institucional.us.es/revistas/Ius\\_Et\\_Scientia/VOL\\_4\\_N\\_2/quinto.pdf](https://institucional.us.es/revistas/Ius_Et_Scientia/VOL_4_N_2/quinto.pdf)
41. Salado M, Fondebrider L. El desarrollo de la antropología forense en la Argentina. Cuad Med Forense [Internet]. 2008 Jul [cited 2024 Jul 18];(53–54):213–21. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/28267881\\_El\\_desarrollo\\_de\\_la\\_antropologia\\_forense\\_en\\_la\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/28267881_El_desarrollo_de_la_antropologia_forense_en_la_Argentina)
42. INTERPOL. ¿Qué es INTERPOL? [Internet]. INTERPOL. 2024 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://www.interpol.int/es/Quienes-somos/Que-es-INTERPOL>

43. Innocence Project. Proyecto inocente [Internet]. Innocence Project. 2024 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://es.innocenceproject.org/>
44. Zarate M, Cobos S, Diaz G, Cañarte L, Jimenez C, Jácome K, et al. Forenses Ecuador [Internet]. Quito: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses; 2022 [cited 2024 Jul 13]. Available from: [https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/REVISTA-FINAL-SEGUNDO-VOLUMEN\\_.pdf](https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/REVISTA-FINAL-SEGUNDO-VOLUMEN_.pdf)
45. González-Andrade F, Sánchez D, Bolea M, Jarreta BM, Nuñez C, Baeta M. Diez años de genética forense en Ecuador: asuntos médicos y legales. Forensic Sci Int Genet Suppl Ser [Internet]. 2008 Aug 1 [cited 2024 Jul 14];1(1):426–7. Available from: <http://www.fsigeneticssup.com/article/S1875176808001467/fulltext>
46. Gobierno del Ecuador. Entró en funcionamiento moderno Laboratorio de Genética en Guayaquil [Internet]. Ministerio de Gobierno. 2019 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/entro-en-funcionamiento-moderno/>
47. Gobierno del Ecuador. Ecuador crea Base de Datos de Perfiles Genéticos para Investigación Forense y Humanitaria [Internet]. Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. 2024 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/ecuador-crea-base-de-datos-de-perfiles-geneticos-para-investigacion-forense-y-humanitaria/>
48. Fiscalía General del Estado. La genética forense, una herramienta decisiva para la investigación penal [Internet]. FGE. 2014 [cited 2024 Jul 14]. Available from: <https://www.fiscalia.gob.ec/especial-adn/>
49. El Comercio. La investigación forense tiene avances [Internet]. El Comercio. 2014 [cited 2024 Jul 14]. Available from: <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/investigacion-forense-avances.html>
50. Marcos B. El ADN en la Criminología: Utilidad, problemas éticojurídicos y su empleo en casos de personas desaparecidas y grandes catástrofes. Fac CIENCIAS HUMANAS Y Soc [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 11]; Available from: [https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/46627/TFG - Marcos Rubio%2C Maria Belen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/46627/TFG_Marcos_Rubio%2C%20Maria%20Belen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

51. Mestres F, Pegueroles C. Vista de Aspectos éticos de los bancos de datos de DNA de interés policial [Internet]. CEBES. 2021 [cited 2024 Jul 11]. Available from: <https://revistas.um.es/bioderecho/article/view/471891/314181>
52. Ramírez Porras ME, Mercedes Pérez Chango L, Vilela Pincay WE, Ramírez Porras ME, Mercedes Pérez Chango L, Vilela Pincay WE. Análisis jurídico de impugnación de paternidad en el código civil de la niñez y adolescencia en Ecuador. Conrado [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 14];16(72):139–47. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442020000100139&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000100139&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
53. Corte Nacional de Justicia. Sala especializada de la familia, niñez, adolescencia y adolescentes infractores [Internet]. CNJ 2017. Available from: [http://doc.corteconstitucional.gob.ec:8080/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/aebfb4c3-0059-498f-aaef-0186df68de8b/acto\\_impugnado\\_1024-17-ep.pdf?guest=true](http://doc.corteconstitucional.gob.ec:8080/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/aebfb4c3-0059-498f-aaef-0186df68de8b/acto_impugnado_1024-17-ep.pdf?guest=true)
54. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Reglamento para uso del material genético humano en Ecuador [Internet]. Dirección Nacional de Normatización y Programa Nacional de Genética 2013. Available from: [https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/09/reglamento\\_sobre\\_el\\_material\\_genetico\\_septiembre\\_2013.pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/09/reglamento_sobre_el_material_genetico_septiembre_2013.pdf)