



AVANCE DE LAS CIENCIAS FORENSES EN EL ECUADOR

ADVANCES IN FORENSIC SCIENCE IN ECUADOR

Cristian Ernesto Salgado Ortega¹, Milton Gustavo Zárate Barreiros², Oscar Xavier Cifuentes Escobar³, Francisco David Sanchez Macias⁴

{cssalgado15@hotmail.com¹, miltonzarate2018@gmail.com², oscar.cifuentes@policia.gob.ec³, franciscoforense.crimi19@outlook.com⁴}

Fecha de recepción: 16/11/2025 / Fecha de aceptación: 27/11/2025 / Fecha de publicación: 28/11/2025

RESUMEN: Las ciencias forenses constituyen un pilar fundamental para el fortalecimiento del sistema judicial y la búsqueda de estándares de verosimilitud científica en los procesos legales, razón por la cual el análisis de su evolución resulta pertinente en el contexto ecuatoriano. En el Ecuador, durante las últimas décadas, se han evidenciado avances significativos en distintas áreas forenses, impulsados por la modernización institucional, la incorporación de nuevas tecnologías y la especialización del talento humano. El presente artículo tiene como objetivo revisar los avances de las ciencias forenses en el Ecuador, describiendo el desarrollo y la aplicación de áreas clave como la patología médico-legal, la toxicología forense, la genética y biología molecular forense, la odontología forense y las ciencias forenses digitales, así como su impacto en la investigación penal y toda la administración de justicia. La metodología empleada corresponde a un estudio de tipo descriptivo y documental, basado en la revisión de literatura científica, estudio de normativa jurídica, normativa nacional vigente, informes institucionales y publicaciones especializadas relacionadas con el ámbito forense. Los principales resultados evidencian una mejora progresiva en los protocolos de autopsia médico-legal, la implementación de técnicas analíticas avanzadas en toxicología, el fortalecimiento los laboratorios de ADN para la identificación humana y la incorporación de herramientas digitales en la investigación de delitos tecnológicos. Asimismo, se observa una mayor integración interdisciplinaria entre las distintas ramas forenses. En conclusión, los avances de las ciencias forenses en el Ecuador han contribuido de manera significativa a la precisión técnica, la confiabilidad de los peritajes y la eficacia del sistema judicial; sin embargo, persisten desafíos relacionados con la capacitación

¹Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Docente Universitario Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador, Docente Universidad de los Hemisferios, <https://orcid.org/0009-0003-6773-6880>.

²Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Docente Universitario Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-9978-3950>.

³Oscar Xavier Cifuentes Escobar, Universidad Nacional de Chimborazo, Jefatura de Criminalística de Santo Domingo de los Tsáchilas, Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador.

⁴ Francisco David Sánchez Macias, Universidad Estatal de Bolívar, Universidad Nacional de Chimborazo Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Unidad de Investigación y Criminalística Bolívar-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-7865-0845>.



continua, la infraestructura y la actualización tecnológica, aspectos clave para consolidar su desarrollo futuro.

Palabras clave: *Ciencias forenses, medicina legal, toxicología forense, investigación penal*

ABSTRACT: Forensic sciences is a fundamental basis for strengthening the judicial system and the pursuit of scientific likely in legal proceedings, which is why analyzing their evolution is relevant in the Ecuadorian context. In Ecuador, significant progress has been made in some forensic areas over the last few decades, aimings by institutional modernization, the incorporation of new technologies, and personnel specialization. This article aims to analyze the goals in forensic sciences in Ecuador, describing the development and application of key areas such as pathology, forensic toxicology, DNA analysis and molecular biology, forensic odontology, and digital forensics, as well as their impact on criminal investigations and the management of justice of justice. The methodology used in this research is a descriptive and documentary study, based on a review of scientific literature, current national regulations, institutional reports, and specialized publications related to the forensic field. The main findings demonstrate a progressive improvement in medicolegal autopsy protocols, the implementation of advanced analytical techniques in toxicology, the strengthening of DNA analysis for human identification, and the incorporation of digital tools in the investigation of cybercrimes. Furthermore, greater interdisciplinary integration among the various forensic branches is observed. In conclusion, advances in forensic science in Ecuador have significantly contributed to technical precision, the reliability of expert reports, and the effectiveness of the judicial system; however, challenges remain related to ongoing training, infrastructure, and technological upgrades—key aspects for consolidating its future development.

Keywords: *Forensic science, legal medicine, forensic toxicology, criminal investigation*

INTRODUCCIÓN

Las ciencias forenses constituyen un conjunto de disciplinas científicas aplicadas al esclarecimiento de hechos relacionados con la violencia, la muerte y otros aspectos delictivos, con el propósito de proveer información objetiva y técnicamente fundamentada a los operadores del sistema judicial, para que sea capitalizada y eventualmente se configure como prueba en los tribunales. En el Ecuador, este campo ha experimentado una evolución sustantiva en los últimos años, particularmente a partir de la consolidación de la Dirección Nacional de Investigación de Policía Científica que tiene su hito inicial en 1961 y luego del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) entidades responsables de articular peritajes técnico-científicos en apoyo a la administración de justicia (1).

La naturaleza del problema que enfrenta el país radica en la creciente demanda de peritajes confiables, la necesidad de estandarizar procedimientos y la adopción de tecnologías avanzadas que permitan responder de manera efectiva al incremento de delitos complejos, así como a



casos que requieren de una interpretación científica rigurosa de los elementos sometidos a examen. Esta situación exige un análisis crítico del estado actual de las ciencias forenses en el país y de los avances logrados para cumplir con estándares internacionales de calidad.

Desde una perspectiva histórica y académica, las ciencias forenses en Ecuador han transitado de prácticas dispersas y con desarrollo heterogéneo hacia un modelo más sistemático y formalizado. La creación del primer laboratorio de investigación criminal de la Policía Nacional el 1 de diciembre de 1961, y fortalecimiento del SNMLCF ha significado un avance institucional importante, centralizando la gestión de peritajes en áreas como patología médico-legal, genética, toxicología y criminalística (balística, identidad humana, documentología, inspección ocular técnica), y promoviendo la estandarización de métodos y la formación técnica del personal policial - pericial.

La literatura reciente también resalta el progreso en disciplinas especializadas como la genética forense, donde se ha observado un crecimiento en la capacidad técnica para realizar análisis de perfiles genéticos mediante marcadores de ADN, con repercusiones directas en la identificación de personas implicadas en procesos judiciales y en la resolución de casos complejos. A pesar de estos avances, el campo enfrenta retos relacionados con la infraestructura, la capacitación continua y la actualización tecnológica, así como la necesidad de consolidar una cultura científica más fuerte que respalde la investigación y el desarrollo en este ámbito interdisciplinario (2).

Los últimos resultados en materia de estandarización, en términos institucionales, se resalta el proceso de acreditación de laboratorios forenses bajo la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018 representa un hito histórico en el país, puesto que certifica la calidad y la confiabilidad de los análisis realizados en áreas de genética y toxicología, lo cual repercute directamente en la toma de decisiones judiciales con sustento científico (1) . Esta acreditación no solo valida los procedimientos periciales, sino que también posiciona a Ecuador dentro de un marco de excelencia técnica comparable con estándares internacionales. La acreditación de ensayos para la determinación de perfiles genéticos mediante marcadores STR y la cuantificación de alcohol etílico y metílico en sangre son ejemplos concretos de cómo la aplicación de metodologías certificadas ha mejorado la confiabilidad de los peritajes forenses (1).

En la esfera académica y de formación profesional, los cursos de especialización de Policía Científica, las jornadas de actualización en medicina legal y ciencias forenses, así como la cooperación interinstitucional con universidades nacionales, han fortalecido la preparación de médicos legales, odontólogos, biólogos y otros especialistas, lo que contribuye a ampliar las capacidades técnicas del sistema forense y a responder con mayor eficacia a la complejidad de los casos investigativos (2). Estas actividades de formación no solo actualizan a los profesionales en técnicas actuales, sino que también fomentan la adopción de buenas prácticas periciales y la aplicación de protocolos estandarizados.



Asimismo, el desarrollo de la genética forense en Ecuador, tal como se evidencia en trabajos recientes, ha mostrado una evolución significativa en su aplicación a investigaciones criminales. Estudios especializados han identificado avances considerables en el uso de análisis de ADN y perfiles genéticos en la identificación de individuos y en la resolución de crímenes, aun cuando persisten limitaciones en términos de recursos y colaboración internacional (2). Este progreso en genética forense refleja un componente crítico del desarrollo científico forense, ya que la capacidad de generar evidencia genética robusta puede ser determinante en la judicialización de casos de alto impacto.

No obstante, también se identifican retos importantes. La literatura revisada señala que aún existe una brecha en la infraestructura y en la disponibilidad de tecnología avanzada en algunas regiones del país, lo que limita la uniformidad de los servicios forenses a nivel nacional. De igual manera, la coordinación entre las instituciones judiciales y periciales es un aspecto que requiere consolidación, para asegurar que los hallazgos científicos se integren de manera eficaz en los procesos penales (2).

En conclusión, el análisis de los avances de las ciencias forenses en el Ecuador revela un proceso de crecimiento y consolidación significativo en aspectos técnicos, institucionales y formativos, con logros tangibles en la acreditación de laboratorios, la estandarización de procedimientos y el fortalecimiento de capacidades profesionales. A pesar de estos progresos, es necesario continuar con la inversión en infraestructura, actualización tecnológica y articulación interinstitucional para superar los desafíos existentes y garantizar un sistema forense que responda de manera eficaz y científica a las necesidades del sistema judicial y de la sociedad ecuatoriana (2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque del estudio

El enfoque del presente estudio es de tipo cualitativo, ya que se fundamenta en la revisión y análisis de literatura científica, normativa y documentos institucionales relacionados con los avances de las ciencias forenses en el Ecuador. Este enfoque permite interpretar y describir el desarrollo de áreas como patología médico-legal, toxicología, genética forense, odontología forense e informática forense sin emplear métodos estadísticos ni análisis cuantitativos, sino mediante el examen crítico de contenido documentado en fuentes confiables y especializadas.

Tipo de investigación

Según el corte

La investigación es de corte transversal porque se realiza una única revisión y recolección de información en un solo momento, utilizando documentos científicos e institucionales publicados



principalmente en los últimos años. Este corte permite obtener una visión actualizada del estado y evolución de las ciencias forenses dentro del país a partir de un bloque único de resultados derivados de la revisión documental.

Según la cronología de los hechos

Este estudio es de tipo retrospectivo, debido a que se basa exclusivamente en información ya publicada y disponible en literatura científica, normativa legal y reportes institucionales. No se generan datos nuevos, sino que se analizan hechos, avances y desarrollos previamente documentados, lo que permite evaluar la evolución histórica reciente de las ciencias forenses en el Ecuador.

Según el nivel

El nivel de investigación corresponde al descriptivo, ya que se orienta a caracterizar y detallar los avances institucionales, tecnológicos y metodológicos que han ocurrido en áreas forenses específicas. La investigación describe los procesos, enfoques y mejoras presentes en ámbitos como autopsia médico-legal, toxicología, balística, genética forense, antropología forense y ciencia digital, basándose en información documentada en fuentes científicas y oficiales.

Según el diseño

El diseño del proyecto es no experimental, puesto que no se manipulan variables ni se interviene en procesos forenses reales. Todo el estudio se sustenta en la recopilación, análisis y síntesis de literatura científica, normativa y documentos institucionales disponibles en línea o en bases de datos académicas. La metodología se limita a observar y examinar información secundaria proveniente de artículos, revisiones, informes del SNMLCF y publicaciones especializadas, sin intervención directa en laboratorios, escenas o procedimientos periciales.

Para la búsqueda de información científica, se consultaron bases de datos reconocidas como PubMed, Scielo, Scopus, Redalyc, Google Scholar y Dialnet, empleando los descriptores en ciencias de la salud (DeCS y MeSH): “diabetes gestacional”, “factores de riesgo”, “América Latina”, “embarazo”, “obesidad materna”, y sus equivalentes en inglés (“gestational diabetes”, “risk factors”, “Latin America”, “pregnancy”, “maternal obesity”). Se aplicaron operadores booleanos (“AND”, “OR”) para optimizar la búsqueda y combinar términos clave que permitieran acotar los resultados a investigaciones pertinentes dentro del rango temporal establecido.

Población

La población corresponde al conjunto de documentos académicos, normativos y técnicos que abordan temas relacionados con los avances de las ciencias forenses en Ecuador. Se incluyen



fuentes referidas a patología forense, toxicología, genética forense, odontología forense, criminalística e informática forense, las cuales permiten analizar el desarrollo institucional, tecnológico y científico del sistema forense nacional. Las búsquedas se centran en términos clave como: ciencias forenses, medicina legal, autopsias, toxicología forense, genética forense, identificación humana, balística forense, antropología forense y peritajes digitales.

Muestra

La muestra estará compuesta por los documentos seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión, escogidos por su pertinencia directa para describir los avances forenses del país. Se seleccionarán únicamente artículos científicos, normativas e informes institucionales con relación clara al desarrollo pericial en Ecuador, garantizando así la coherencia temática y la calidad del análisis.

Criterios de inclusión

- Documentos publicados principalmente entre 2020 y la actualidad.
- Artículos científicos, informes institucionales y normativa relacionada con ciencias forenses.
- Textos que aborden áreas fundamentales como autopsias, toxicología, genética, antropología o balística forense.
- Publicaciones que cuenten con respaldo académico o institucional y estén disponibles en texto completo.

Criterios de exclusión

- Documentos que no traten directamente el desarrollo forense en Ecuador.
- Textos sin autor, sin año o con información incompleta.
- Publicaciones sin rigor metodológico o con contenido poco fiable.
- Información repetida o que no aporte a los objetivos planteados.
- Material no académico o sin validación formal (literatura gris).



RESULTADOS

Avances en patología forense y autopsias medico legales

El procedimiento que más se ha empleado por varios años es la autopsia médico - legal, con aportes al entendimiento tanto de la anatomía y fisiología humanas, como de los fenómenos cadavéricos, para definir la cuerpo humano causa de fallecimiento de una persona.

Actualmente sus avances han mejorado la eficiencia y ejecución en diagnósticos confiables, mediante imagenología, rayos X, la tomografía computarizada postmortem y la resonancia magnética postmortem. Además de inclusión en inteligencia artificial para determinar causa de muerte (3).

Tabla 1. Evolución histórica de las autopsias.

Fuente	Procedimiento Técnico	/	Principio técnico	Aplicación autopsias legales	en médico-	Aporte clínico-forense
Evolución histórica de las autopsias (2020) (4)	Autopsia médico-legal tradicional		Diseción sistemática de órganos	Determinación directa de causa de muerte		Base diagnóstica clásica y referencia histórica
	Radiografía post mortem	post	Imagen bidimensional por rayos X	Identificación de fracturas y objetos metálicos	de	Técnica complementaria previa a la autopsia
	Incorporación de imagen post mortem	de	Integración progresiva de TC y MRI	Mejora diagnóstica en autopsias	en	Transición hacia métodos menos invasivos

Tabla 2. Avance en técnicas y su aplicación forense.

Artículo / Fuente	Procedimiento Técnico forense	/	Descripción técnica	Aplicación / Avance en práctica forense
Bermeo Alvarado et al. (2024) – Genética Forense en Ecuador (2).	Análisis de ADN forense		Uso de técnicas de perfilamiento genético para identificación humana y relación de evidencias biológicas con sospechosos o víctimas	Integración de perfiles genéticos en investigación criminal; apoyo en identificación de personas en casos complejos mediante bancos de ADN y métodos PCR/STR
Caiza Coello et al. (2024) – Identificación humana en cadáveres	Identificación cadavérica técnica		Aplicación de huellas dactilares, antropología forense y genética,	Optimización de métodos tradicionales con incorporación de enfoques múltiples para



(5)		odontología para establecer identidad de cuerpos	mejorar precisión y rapidez en identificación
Hurtado Serrano et al. (2024) – Avances en balística forense (6)	Tecnología para análisis balístico	Uso de espectroscopía ICP-OES para análisis de residuos, software 3D para reconstrucción de escenas, y análisis de patrones de disparo	Mejora de precisión en determinación de trayectoria, identificación de arma y reconstrucción de hechos en homicidios relacionados con armas de fuego
Pilco Bravo et al. (2025) – Análisis médico-forense en muertes con balística (7)	Clasificación médico-forense de lesiones por proyectil	Evaluación de causa de muerte y patrones de lesión en cadáveres con evidencia balística	Generación de evidencia estadística y clínico-forense que apoya decisiones en salud pública y control de violencia armada
Benítez Mangia et al. (2024) – Procesamiento de evidencias en laboratorio forense PNE (8)	Procesamiento y levantamiento de microvestigios	Procedimientos de acopio, manejo y análisis de evidencia física (microvestigios, huellas, rastros) dentro del laboratorio de criminalística	Fortalecimiento de la cadena de custodia, mejora de confiabilidad pericial y soporte científico para pruebas judiciales

Protocolos estandarizados

En Ecuador, la patología forense y las autopsias médico-legales se rigen por protocolos emitidos por el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) y la Fiscalía General del Estado, enfocándose en manuales para manejo de cadáveres en eventos adversos, y procedimientos para identificación de N.N. (No Identificados) a través de perfiles genéticos, todo bajo el marco del Código Orgánico Integral Penal (COIP) y normativas de salud (9).

Tabla 3. Fundamento de los protocolos estandarizados actualizados en el Ecuador.

Protocolo	Fundamento
Protocolo Integral para la Gestión de Cadáveres y Restos Humanos de Interés Forense	Se basa en principios de medicina legal, cadena de custodia, derechos humanos y criminalística, orientados a garantizar la identificación humana, la preservación de evidencia, la trazabilidad del cuerpo y restos humanos, y la correcta determinación de causa y manera de muerte en contextos judiciales (9).
Protocolo para Manejo Integral de Cadáveres en Eventos Adversos	Son criterios de gestión de riesgos, salud pública, medicina forense y respuesta humanitaria, priorizando la dignidad humana, la seguridad sanitaria, la identificación de víctimas, y la coordinación interinstitucional durante desastres naturales, emergencias sanitarias o eventos de múltiples víctimas (10).

**Tabla 4. Toxicología forense.**

Autor / Año	Tipo de estudio	Área forense	Resultados relevantes
Vaca S, Núñez J, Herrera P (2020) - Avances en toxicología forense en Ecuador (3).	Descriptivo	Toxicología forense	Desarrollo progresivo de la toxicología forense en el Ecuador y fortalecimiento de laboratorios especializados.
Paredes M. (2021) - Aplicación de la cromatografía en toxicología forense ecuatoriana (11)	Revisión	Química forense	Implementación de técnicas instrumentales modernas como cromatografía de gases y líquida.
Gómez L, Castillo A, Ruiz D. (2022) - Análisis toxicológico en casos judiciales en Ecuador (12)	Retrospectivo	Toxicología forense	Aplicación en casos de drogas, alcohol y venenos en investigaciones judiciales.
Almeida R, Torres C, Molina F. (2024) - Rol de la química forense en la investigación criminal ecuatoriana (13)	Revisión sistemática	Química forense	Consolidación de la química forense como apoyo clave en casos criminales.

Los resultados presentados en la tabla evidencian un avance significativo de la toxicología y la química forense en el Ecuador, especialmente en la última década. El desarrollo de la toxicología forense se ha visto fortalecido por la creación y modernización de laboratorios especializados, así como por la estandarización de protocolos analíticos que permiten una identificación más confiable de sustancias tóxicas en matrices biológicas.

Asimismo, se observa una clara implementación de técnicas instrumentales modernas, tales como la cromatografía de gases y líquida, frecuentemente acopladas a espectrometría de masas. Estas herramientas han incrementado la sensibilidad, especificidad y validez científica de los análisis periciales, alineando al país con estándares internacionales en ciencias forenses.

En cuanto a la aplicación práctica, los estudios revisados coinciden en que la toxicología y la química forense tienen un papel fundamental en casos relacionados con drogas de abuso, alcohol y venenos, tanto en investigaciones de muertes violentas como en delitos contra la salud pública. Estos avances han permitido una mejor sustentación de la prueba pericial dentro



del sistema judicial ecuatoriano, contribuyendo a procesos más transparentes, objetivos y basados en evidencia científica.

En conjunto, los hallazgos reflejan que la toxicología y la química forense constituyen pilares esenciales en el progreso de las ciencias forenses en el Ecuador, con impacto directo en la administración de justicia y la seguridad ciudadana.

Genética y biología forense

Tabla 5. Uso del ADN en forense.

Aspecto analizado	Fuente y año	Hallazgo clave
Uso del ADN forense en identificación humana	Butler JM, (2020) Revisión de la Interpol sobre biología forense y tipificación forense del ADN (14).	Los marcadores STR son el pilar de la identificación humana por su alto poder discriminatorio, sensibilidad y compatibilidad con bases de datos globales.
Aportes del ADN en filiación forense	Phillips C, (2021) Análisis genético forense de la ascendencia biogeográfica (15).	Los SNP complementan a los STR en pruebas de parentesco complejas, permitiendo análisis más robustos en casos con vínculos biológicos distantes o ADN limitado.
ADN forense en criminalística	Ansari M et al., (2020) Perfiles forenses de ADN utilizando STR de evidencia biológica de la escena del crimen (16).	La genotipificación de STR a partir de fluidos biológicos en la escena del crimen permite vincular o excluir sospechosos con alta precisión estadística.
Identificación de víctimas en desastres	Alghafri R et al., (2023) Identificación genética de restos humanos en desastres masivos con marcadores autosómicos combinados STR, Y-STR y mtADN (17).	El uso combinado de STR autosómicos, STR-Y y ADNmt mejora la identificación en desastres masivos, incluso con restos fragmentados o degradados.
Fortalecimiento de laboratorios forenses	Alghafri R et al., (2023) Identificación genética de restos humanos en desastres masivos con marcadores autosómicos combinados STR, Y-STR y mtADN (17).	La estandarización de paneles genéticos y protocolos analíticos fortalece la capacidad de respuesta de los laboratorios especializados ante escenarios complejos.
Identificación con ADN degradado	Phillips C, (2021) Análisis genético forense de la ascendencia biogeográfica (15).	Los miniSTR, SNP y NGS son alternativas validadas para obtener perfiles genéticos útiles en muestras degradadas o de baja cantidad.
Integración de nuevas	Butler JM, (2020) Revisión de la Interpol	La automatización y plataformas de



tecnologías en sobre biología forense y tipificación secuenciación masiva mejoran rendimiento, laboratorios forense del ADN (14). forense del ADN (14). sensibilidad y velocidad en análisis de ADN forense.

Los resultados presentados en la tabla evidencian que el ADN forense continúa siendo la herramienta más sólida para identificación humana, donde los STR mantienen el mayor nivel de aceptación y uso internacional debido a su elevada capacidad de individualización y sensibilidad analítica. Esto los convierte en la base de comparación en bases de datos criminales y de personas desaparecidas.

En pruebas de filiación forense, aunque los STR son ampliamente utilizados, los SNP han demostrado ser una herramienta complementaria clave, sobre todo en casos complejos como parentescos distantes, reconstrucción familiar o análisis con ADN limitado, permitiendo mayor robustez estadística.

En el área de criminalística, la obtención de perfiles STR desde evidencias biológicas de la escena del crimen ha mostrado ser determinante tanto para vincular como para excluir sospechosos, aportando resultados con alto impacto probatorio y precisión estadística.

Frente a desastres masivos, se ha validado que la combinación de marcadores autosómicos, Y-STR y ADN mitocondrial incrementa significativamente la tasa de identificación, incluso en escenarios con ADN fragmentado o restos humanos severamente afectados.

Además, la implementación de tecnologías como miniSTR, SNP y NGS ha permitido resolver uno de los mayores desafíos de la biología forense: el análisis de muestras degradadas o en baja cantidad, garantizando la recuperación de perfiles genéticos útiles.

Finalmente, la modernización de infraestructura, estandarización de protocolos y adopción de plataformas automatizadas fortalece los laboratorios especializados en genética y biología forense, mejorando sensibilidad, rapidez y confiabilidad del procesamiento de evidencias biológicas.

Otras ciencias forenses

Tabla 6. Avances en áreas complementarias de las ciencias forenses.

Autor y año	Título	Tipo de estudio	de Área forense	Avances y Tecnologías Emergentes	Impacto en la Investigación
-------------	--------	-----------------	-----------------	----------------------------------	-----------------------------



Morales E et al., 2022 (18)	<i>Revisión bibliográfica: Odontología forense en la investigación criminal</i>	Revisión bibliográfica cualitativa	Odontología forense	Aplicación de queiloscopia, rugoscopia, análisis de mordeduras, bioquímica dental, ADN dental y marcaje de prótesis con tecnologías digitales (QR y tarjetas electrónicas)	Consolida la identificación humana en cadáveres degradados y desastres masivos; incrementa la solidez probatoria en procesos penales y peritajes judiciales
Arregui R et al., 2023 (19)	<i>La Criminalística como ciencia y su importancia en la legislación penal ecuatoriana</i>	Estudio teórico jurídico	Criminalística	Sistematización científica de técnicas periciales (balística, documentología, dactiloscopia, genética forense) integradas al COIP	Fortalece la investigación penal al reconocer la criminalística como ciencia auxiliar del derecho, mejorando la legalidad y valoración de la prueba
Haz L et al., 2025 (20)	<i>Investigación Forense Digital: análisis de evidencias electrónicas</i>	Estudio descriptivo analítico	Informática forense / Forense digital	Análisis de dispositivos móviles, recuperación de datos, cadena de custodia digital, análisis de metadatos y redes	Permite esclarecer delitos tecnológicos y tradicionales mediante evidencia electrónica válida, reduciendo la impunidad en delitos informáticos
Martínez J et al., 2025 (21)	<i>La Inteligencia Artificial como herramienta en la medicina forense</i>	Revisión analítica	Medicina forense	Uso de inteligencia artificial, aprendizaje automático, reconocimiento de patrones, análisis predictivo y apoyo al diagnóstico forense	Optimiza la precisión diagnóstica, acelera procesos periciales y reduce el error humano en la interpretación médico legal
Chicaiza F et al., 2024 (22)	<i>La antropología forense en Ecuador desde la perspectiva de la medicina forense</i>	Estudio descriptivo documental	Antropología forense	Integración de antropometría, osteología forense, análisis de restos óseos y estimación biológica con apoyo tecnológico	Contribuye a la identificación de restos humanos en contextos de violencia, desapariciones y desastres, fortaleciendo la justicia y los

Los resultados muestran que, en los últimos años, las ciencias forenses en el Ecuador han experimentado un avance claro y sostenido, impulsado por el fortalecimiento de áreas como la odontología forense, la antropología forense, la criminalística, la informática y la medicina forenses con apoyo de la inteligencia artificial. La incorporación de técnicas modernas y herramientas tecnológicas ha permitido que los análisis periciales sean cada vez más precisos y confiables, facilitando la identificación humana y la reconstrucción de los hechos, incluso en casos complejos donde la evidencia se encuentra muy deteriorada.

De manera general, los estudios coinciden en que estos avances han tenido un impacto positivo directo en el sistema judicial ecuatoriano, ya que fortalecen la prueba pericial y reducen la subjetividad en la toma de decisiones. La mejor articulación entre el conocimiento científico y el derecho ha contribuido a procesos judiciales más claros, objetivos y sustentados en evidencia, consolidando a las ciencias forenses como un apoyo fundamental para la administración de justicia y la seguridad ciudadana.

DISCUSIÓN

La evolución de la Medicina Legal y Forense en el Ecuador ha estado marcada por un desarrollo progresivo, aunque históricamente limitado por la escasa formación especializada ofrecida por las instituciones de educación superior. Tal como se evidencia en la literatura, durante gran parte del siglo XX la Medicina Legal no fue considerada una prioridad académica frente a otras especialidades médicas, lo que derivó en una falta de profesionales formalmente capacitados y en una práctica sustentada, en muchos casos, en la autoformación y la experiencia empírica de médicos interesados en el ámbito médico-legal (1). Esta situación condicionó el crecimiento temprano de la disciplina y retrasó su consolidación institucional y científica.

Los avances en patología forense y autopsias médico-legales representan un punto de inflexión relevante. La autopsia tradicional ha sido históricamente el procedimiento fundamental para el esclarecimiento de la causa de muerte, aportando información clave para la comprensión del cuerpo humano y los mecanismos, causa y manera de fallecimiento. No obstante, la incorporación progresiva de técnicas de imagen post mortem, como la radiografía, la tomografía computarizada y la resonancia magnética, ha permitido mejorar la eficiencia diagnóstica y la calidad del análisis forense, facilitando una evaluación más precisa y menos invasiva de las lesiones y hallazgos internos (3,4). Además, la introducción de herramientas basadas en inteligencia artificial abre nuevas posibilidades para el apoyo en la determinación de la causa de muerte, aunque su implementación aún requiere validación y estandarización en el contexto nacional (3).

De manera complementaria, los resultados evidencian un fortalecimiento significativo de las técnicas forenses aplicadas a la investigación criminal. El desarrollo de la genética forense ha



permitido la integración del análisis de ADN como una herramienta clave para la identificación humana y la vinculación de evidencias biológicas con víctimas o sospechosos, incrementando la solidez científica de las investigaciones penales (5). Asimismo, la aplicación de métodos multidisciplinarios para la identificación cadavérica, que combinan huellas dactilares, antropología, odontología y genética forense, ha optimizado los procesos de identificación, especialmente en casos complejos o con cuerpos en avanzado estado de deterioro (6).

En el ámbito de la balística forense, la incorporación de tecnologías analíticas avanzadas, como la espectroscopía y los sistemas de reconstrucción tridimensional, ha mejorado la precisión en la determinación de trayectorias, tipo de arma y patrones de disparo, contribuyendo a una reconstrucción más objetiva de los hechos violentos (7). Estos avances se complementan con estudios médico-forenses orientados al análisis de lesiones por proyectil, que aportan evidencia estadística y clínica relevante para la toma de decisiones tanto en el ámbito judicial como en el diseño de políticas de control de la violencia armada (8). A su vez, el fortalecimiento de los procedimientos de levantamiento y procesamiento de microvestigios ha reforzado la cadena de custodia y la confiabilidad de la prueba pericial dentro de los laboratorios de criminalística (9).

Otro aspecto central discutido en los resultados es la estandarización de protocolos en la práctica forense ecuatoriana. La emisión de normativas por parte de Sistema Integral de Investigación, Medicina Legal y Ciencias Forenses, a través de la Dirección Nacional de Policía Científica, del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y la Fiscalía General del Estado ha permitido unificar criterios para la gestión de cadáveres, la identificación de personas no identificadas y la actuación en eventos adversos, todo ello enmarcado en el Código Orgánico Integral Penal y las normativas sanitarias vigentes (10). Estos protocolos, basados en principios de derechos humanos, cadena de custodia y criminalística, constituyen un avance fundamental para garantizar la trazabilidad de los restos humanos y la validez legal de los informes periciales (10,11).

En relación con la química analítica forense y la toxicología, los hallazgos demuestran un progreso notable durante la última década, impulsado por la modernización de laboratorios y la adopción de técnicas instrumentales modernas. La implementación de cromatografía de gases y líquida, frecuentemente acopladas a espectrometría de masas, ha incrementado la sensibilidad y especificidad de los análisis, permitiendo una identificación más confiable de sustancias tóxicas en diferentes matrices biológicas (12,16). Estos avances han fortalecido el rol de la toxicología forense en la investigación de muertes violentas, delitos relacionados con drogas y casos de salud pública, contribuyendo a una prueba pericial más objetiva y científicamente sustentada.

En el campo de la genética y biología forense, los resultados confirman que los marcadores STR continúan siendo el estándar internacional para la identificación humana debido a su alto poder discriminatorio y compatibilidad con bases de datos forenses (17). No obstante, el uso complementario de SNP, miniSTR y tecnologías de secuenciación masiva ha demostrado ser especialmente útil en casos de filiación compleja, muestras degradadas o de baja cantidad,



ampliando las capacidades analíticas de los laboratorios forenses (18,20). La estandarización de protocolos y la automatización de los procesos analíticos han fortalecido la respuesta institucional ante escenarios complejos, como desastres masivos y procesos de identificación de personas desaparecidas (17,20).

Finalmente, el desarrollo de otras áreas complementarias de las ciencias forenses, como la odontología forense, la antropología forense, la criminalística, la informática forense y la aplicación de inteligencia artificial, refleja una expansión multidisciplinaria sostenida en el Ecuador. Estas disciplinas han permitido mejorar la identificación humana, el análisis de evidencia digital y la reconstrucción de hechos delictivos, reduciendo la subjetividad en la interpretación pericial y fortaleciendo la articulación entre ciencia y derecho (21,25). En conjunto, los resultados analizados evidencian que, pese a las limitaciones históricas, las ciencias forenses en el Ecuador han avanzado de manera significativa, consolidándose como un pilar fundamental para la administración de justicia y la seguridad ciudadana.

CONCLUSIONES

El fortalecimiento institucional del sistema forense ecuatoriano ha sido un factor determinante en la mejora de la calidad pericial y la confiabilidad jurídica de los resultados. La creación del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y consolidación de la Dirección Nacional de Investigación Técnico – Científica Policial, junto con la acreditación de laboratorios bajo estándares internacionales, son logros importantes que reflejan el esfuerzo por garantizar procedimientos periciales más confiables, reproducibles y alineados con los requerimientos judiciales contemporáneos garantizando la integridad de la cadena de custodia. Estos cambios no solo mejoran la calidad con la que se realizan los peritajes, sino que también ayudan a que los procesos judiciales sean más claros, permitiendo que Ecuador se acerque a los estándares que se usan actualmente en otros países y en el campo de las ciencias forenses.

Los avances en áreas como genética forense, toxicología, balística, odontología y patología y el fortalecimiento de los sistemas de identificación biométrica, muestran un cambio hacia una práctica más moderna, con el uso de nuevas tecnologías y el trabajo conjunto entre diferentes especialidades. La aplicación de técnicas como análisis molecular, cromatografía, espectrometría, métodos combinados para identificar cadáveres y estudios de imagen post mortem ha aumentado la precisión y confiabilidad de los resultados forenses. Gracias a esto, se ha mejorado la identificación de personas, la reconstrucción de escenas del crimen y la resolución de casos más complejos. Estos progresos no solo benefician a la justicia, sino que también tienen un impacto en la seguridad ciudadana y en la salud pública.

A pesar de los avances logrados, el sistema forense en el Ecuador todavía enfrenta varios retos que limitan su desarrollo. Entre ellos se encuentran las diferencias en infraestructura entre regiones, la necesidad de actualizar constantemente la tecnología, la falta de laboratorios especializados en todo el país y las escasas vías de poca coordinación entre instituciones. Para



superar estas dificultades no basta con invertir dinero; también es necesario fortalecer la formación profesional, promover la investigación científica y trabajar en conjunto con universidades y otros organismos nacionales e internacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Forenses SNdMLyC. Primeros laboratorios forenses acreditados en Ecuador. Quito: SNMLCF, Criminología y Ciencia forense; 2024.
2. Viviana Beremeo PACSMM. Avances y evolucion de la genetica forense en el ambito de la investigacion criminal en Ecuador. Dominio de la ciencia. 2024; 10(2).
3. Vaca S, Herrera P. Avances en toxicologia Forense. Ecuat Med Legal. 2024; 4(2).
4. Espinoza C, Morocho A, Viviana Diaz JE. Evolucion historica de las autopsias y situacion actual. researchgate. 2020; 1.
5. Juan CC, Parra :R, Lopez J, Moncayo J. Identificacion humana en cadaveres del Ecuador: Avances y desafios en tecnicas forenses. Anatomia digital. 2024; 7(2).
6. Serrano KH, Guaman J, Reinoso A. Advances and challenges in forensic ballistic in firearm-related homicide investigations in Ecuador. Salud Cienc Tecnol. 2024; 1.
7. Pilco J, Cayo B, Rengifo C. Analisis Medico Forense en Personas Fallecidas con Indicios Balisticos por Armas de fuego en la ciudad de Guayaquil. Salud Ciencia y Tecnologia. 2025 julio; 5(1519).
8. Benitez A, Mendoza M, Chamorro B. Avance en el procesamiento de evidencias en el laboratorio forense de la Policia Nacional de Ecuador. Innovacion y Saber. 2024; 9.
9. Protocolo Integral para la gestion de Cadaveres y Restos Humano de interes Forense. Gob.ec. 2023.
10. Protocolo para manejo Integral de Cadaveres en Eventos Adversos. Gob.ec. 2020.
11. Paredes M. Aplicación de la cromatografía en toxicología forense ecuatoriana. Rev Cienc Quim. 2021; 1(15).
12. Gomez L, Castillo A, Ruiz D. Análisis toxicológico en casos judiciales en Ecuador. Rev Forensis. 2023; 1(6).
13. Almeida R, Torres C, Molina F. Rol de la química forense en la investigación criminal ecuatoriana. Rev Lat Am Cienc Forenses. 2024; 2(9).
14. Butler J. Revisión de Interpol sobre biología forense y tipificación forense de ADN 2016-2019. Forensic Sci Int Synerg. 2020; 2.
15. Phillips C. Forensic genetic analysis of bio-geographical ancestry (Phillips' trabajo en contexto de SNP y ADN forense). Forensic Sci Int Genet. 2015; 18: p. 49-65.
16. Ansari M, Narang P, Laxmi V. Forensic DNA profiling using STRs from crime scene biological evidence. J Forensic Leg Med. 2020.
17. Alghafri R, Al-Farsi R, Al-Balushi M. alushi MS, et al. Genetic identification of human remains in mass disasters with combined autosomal STR, Y-STR and mtDNA markers. Int J Legal Med. 2023.
18. Morales E, Espinosa P. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ODONTOLOGÍA FORENSE EN LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL. Dialnet. 2022.



19. Arregui R, Bazantes M, Corral G. La Criminalística como ciencia y su importancia en la Redilat. 2023 Diciembre.
20. Haz L, Imbaquingo D, Garzón J, Ibarra O. Investigación Forense Digital: análisis de evidencias electrónicas Ibarra: UTN; 2025.
21. Martínez J, Aguirre K, Zambrano N, Morales A, Cruz G. La Inteligencia Artificial como herramienta en la medicina forense. Semilla Científica. 2025 Mayo - Octubre.
22. Chicaiza F, Cedeño V, Engracia N, Gaibor L, Gales G. La antropología forense en Ecuador desde la perspectiva de la medicina forense. Sinergia Académica. 2024; 7(7).
23. Choez E. Evolucion historica de la medicina legal y forense en Ecuador. Recimundo. 2020; 4(4).
24. Vaca S, Núñez J, Herrera P. Avances en toxicología forense en Ecuador. 2020; 2(4).