

# **Integración del AFIS en protocolos lofoscópicos modernos para la identificación criminal**

*Integration of AFIS into modern fingerprinting protocols for criminal identification*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20312016>

**AUTORES:** Tatiana Marcela Caicedo Taipe<sup>1</sup>

Ana Paula Silva Sánchez<sup>2</sup>

María Belén Chasi Llumiguano<sup>3</sup>

Jorge Alexander Briceño Carrasquel<sup>4</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [tatiana.caicedo@ueb.edu.ec](mailto:tatiana.caicedo@ueb.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 13 / 09 / 2025

**Fecha de aceptación:** 19 / 11 / 2025

## **RESUMEN**

La lofoscopia constituye una herramienta fundamental en la criminalística actual, fundamentada en las ciencias forenses y especializada en el estudio de las huellas dactilares de manos y pies. Su relevancia radica en que los patrones papilares son únicos, perennes e inmutables desde la gestación hasta la muerte, lo que permite una identificación forense precisa y la vinculación de individuos con hechos delictivos. El presente estudio examina la

---

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0007-6095-4198>, Universidad Estatal de Bolívar, [tatiana.caicedo@ueb.edu.ec](mailto:tatiana.caicedo@ueb.edu.ec)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0000-6582-0526>, Universidad Estatal de Bolívar, [ana.silva@ueb.edu.ec](mailto:ana.silva@ueb.edu.ec)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0009-0007-9332-6796>, Universidad Estatal de Bolívar, [maría.chasi@ueb.edu.ec](mailto:maría.chasi@ueb.edu.ec)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0692-1228>, Universidad Estatal de Bolívar de Bolívar, [jbriceno@ueb.edu.ec](mailto:jbriceno@ueb.edu.ec)

producción científica de los últimos años (2020-2026), a partir de bases de datos como SciELO, Scopus y ScienceDirect, con el fin de analizar las técnicas actuales, sus ventajas y limitaciones. Entre los métodos abordados destacan los físicos (polvos reactivos), químicos (nitrato de plata y cianoacrilato) y ópticos (luz violeta y láser), cuya aplicación se selecciona según la porosidad de la superficie y el estado de la huella. Los resultados evidencian avances notables en la detección sobre superficies complejas y la automatización mediante el sistema AFIS, el cual optimiza la comparación y reduce el error humano. No obstante, persisten retos como la calidad variable de las imágenes, la falta de protocolos uniformes y el impacto de factores ambientales. En conclusión, se enfatiza la necesidad de desarrollar métodos más exactos y accesibles, fortalecer la formación técnica del personal en tecnologías avanzadas y fomentar la colaboración global para unificar procesos y reforzar la validez científica de la lofoscopia en el ámbito judicial.

**Palabras clave:** Lofoscopia, Huellas dactilares, Criminalística, Métodos químicos, AFIS, Análisis forense

## **ABSTRACT**

Lophoscopy constitutes a fundamental tool in contemporary criminalistics, grounded in forensic sciences and specialized in the study of fingerprints and footprints. Its relevance lies in the fact that papillary patterns are unique, permanent, and immutable from gestation until death, enabling precise forensic identification and the linking of individuals to criminal acts. This study examines scientific production from recent years (2020–2026), utilizing databases such as SciELO, Scopus, and ScienceDirect to analyze current techniques, their advantages, and their limitations. Among the methods discussed are physical (latent powders), chemical (silver nitrate and cyanoacrylate), and optical (ultraviolet light and lasers), the application of which is selected based on surface porosity and the condition of the print. The results evidence notable advances in detection on complex surfaces and automation through the AFIS system, which optimizes comparison and reduces human error. Nevertheless, challenges persist, such as variable image quality,

the lack of uniform protocols, and the impact of environmental factors. In conclusion, the study emphasizes the need to develop more accurate and accessible methods, strengthen the technical training of personnel in advanced technologies, and promote global collaboration to unify processes and reinforce the scientific validity of lofoscopy within the judicial field.

**Keywords:** Lofoscopy, Fingerprinting, in Forensics, Chemical Methods, AFIS, Forensic Analysis

## **INTRODUCCIÓN**

En el campo de la criminalística surge una rama fundamental como la lofoscopia en donde se emplea el estudio y el análisis donde se realiza la comparación de crestas papilares que se presentan en los dedos, palmas y plantares. El valor de esta ciencia radica en la unicidad e inalterabilidad de estos patrones, lo que llega a convertirse en un elemento clave para lograr identificar indicios dentro del ámbito forense.

A finales del siglo XIX, se generó un gran avance dentro del uso de huellas dactilares permitiendo relacionar y descartar individuos en escenas del crimen con un alto grado de certeza. En la actualidad el correcto manejo del revelado y el análisis que se debe realizar para las huellas lofoscópicas es esencial para la administración de la justicia y la seguridad ciudadana.

Estos estudios ayudan abordar distintas problemáticas como la detección de huellas latentes en distintas superficies o incluso la mejora de la sensibilidad y especificidad de los distintos reactivos que ayudan significativamente para la identificación automatizada.

Sin embargo, aún persisten distintas limitaciones que se ven reflejados en la aplicabilidad y en la validez de ciertos métodos empleados.

El objetivo de esta investigación es analizar críticamente los artículos recientes sobre técnicas lofoscópicas que se emplean en el ámbito forense, identificando las problemáticas y soluciones y cuáles son las limitaciones que presenta cada técnica con este análisis se

espera a una mejor comprensión sobre los temas actuales de la lofoscopia forense y que se logre orientar con un mejor conocimiento en futuras investigaciones

## **METODOLOGÍA**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de alcance descriptivo y un diseño de revisión documental, centrado en el análisis crítico de las técnicas lofoscópicas en el ámbito forense. Para ello, se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos de alto impacto como Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, Redalyc, SciELO y Google Scholar, seleccionando artículos publicados entre 2020 y 2025 con base en su relevancia y aplicabilidad práctica. El procedimiento consistió en la selección y análisis técnico de diez artículos por parte del investigador principal, evaluando exhaustivamente las técnicas empleadas, procedimientos, resultados, ventajas y limitaciones, información que fue posteriormente integrada por el redactor y organizada en tablas comparativas. La validez de los datos se garantizó mediante una revisión cruzada entre los tres integrantes del equipo, utilizando instrumentos de extracción diseñados específicamente para este fin. Debido a la naturaleza del estudio, no se aplicaron métodos estadísticos ni fórmulas de muestreo, enfocando el análisis en identificar las particularidades y diferencias de las técnicas lofoscópicas dentro del contexto forense actual.

**RESULTADOS****Tabla 1.** *Artículo seleccionados para la investigación*

N.º	Autor(es) / Año	Problema abordado	Técnica lofoscópica	Aplicación	Resultado Solución /
1	(López Zepeda, 2022)	Eficacia química de técnicas para revelar huellas.	Vapor de yodo, nitrato de plata	Revelado de huellas frescas y porosas.	Efectivo pero limitado por visibilidad reversible y oscurecimiento.
2	(Robledo Acinas et al., 2012)	Frecuencias de tipos dactilares y puntos característicos en población española.	Análisis estadístico	Identificación forense y patrones poblacionales.	Diferencias por sexo (S-3-D-2222 mujeres, V-43-D-2222 varones), falta de significación.
3	(Leal Bernabeu, 2018)	Optimización del proceso de identificación preservación de huellas dactilares.	Búsqueda, fijación (fotografía), SAID	Preservación y documentación en crimines raves.	SAID acelera identificación, métodos versátiles por superficie.
4	(Arias Garofalo et al., 2024)	Tratamiento y preservación de huellas latentes en escenas del crimen.	Polvo adhesivo, cianocrilato, ninhidina	Localización y conservación de huellas latentes.	Técnicas diversas según superficie efectiva.
5	(Ortíz et	Identificación de	Clasificación	Análisis	Proceso eficiente

	al., 2020)	sospechosos mediante huellas dactilares en Panamá.	con SBN CAFIS, AFIS	ordenado en laboratorio.	con base de datos, pero repetitivo en texto.
6	(Alvarez-Quispe et al., 2023)	Comparación de dactiloscopia y poroscopia para identificación humana en Perú.	Dactiloscopia, poroscopia	Verificación de huellas auténticas.	Poroscopia complementa dactiloscopia, limitada en huellas indirectas.
7	(García et al., 2024)	Identificación de víctimas de homicidios mediante dactiloscopia en Riobamba 2023.	Rehidratación, cianocrilato, ACE-V, AFIS	Recuperación de huellas en cadáveres.	75% efectividad en no porosas, AFIS mejora precisión con expertos.
8	(Solana Aguilar, 2024)	Huellas lofoscópicas en armas de fuego.	Polvo, RUVIS, TOF-SIMS	Identificación en armamento.	Baja tasa de éxito (10.5%) por oxidación, técnicas no invasivas prometedoras.
9	(Orna & Neacato, 2025)	Representación y procesamiento de huellas mediante croquis planimétrico.	Inspección visual, fotografía, fijación	Representación gráfica y preservación de huellas.	Documentación precisa, limitada por contaminación y métodos obsoletos.

El análisis realizado sobre los artículos seleccionados revela importantes avances forenses, dando a conocer aspectos de la lofoscopia como su mejora en la detección y revelado de huellas papilares obteniendo una identificación más eficaz y precisa dentro de un contexto criminalístico. Se determinó distintas técnicas empleadas que mejoran en análisis de huellas, entre sus variables se incluyen distintos métodos físicos en los cuales se involucra (el espolvoreo con polvos), químicos como el nitrato de plata los vapores de yodo la ninhidrina y el cianoacrilato y por otra parte se encuentran los ópticos que se emplean en base a laser o luz UV, cada uno conserva una aplicación específica dependiendo el tipo de superficie y del estado de la huella

La técnica usada corresponderá a la situación y a los factores como evaluar la superficie y su porosidad y determinar el tiempo que ha transcurrido desde la deposición de la huella y las condiciones ambientales, por lo tanto, se considera que existe un desafío constante que enfrentan los peritos forenses.

El (SAID) mejoro la rapidez del cotejo y la fiabilidad de los resultados sin embargo aún se presentan limitaciones debido a la calidad de las imágenes.

### **Análisis comparativo de técnicas**

#### **1. Vapores de Yodo**

La eficacia: Abundante en las huellas que son frescas y las que se encuentran en superficies porosas (papel) pero es menos eficaz en huellas que sean antiguas.

Ventajas: Es no destructivo, simplista, su uso es útil en la enseñanza de la química.

Limitaciones: Las huellas desaparecen sin ningún tipo de fijación, no es eficaz en superficies no porosas o ácidas y es una técnica en desuso.

Aplicabilidad: La técnica es adecuada para papel en condiciones secas, muy limitada ya que requiere fotografías instantáneas.

#### **2. Nitrato de Plata**

La eficacia: Muy eficaz en superficies porosas (papel, madera) pero la huella se pondrá oscura con el paso del tiempo.

Ventajas: Simplista, la reacción es muy clara, es útil en fotoquímica.

Limitaciones: El fondo se oscurece, no es útil para superficies húmedas y puede dañar la evidencia.

Aplicabilidad: Eficaz para documentos en ambientes secos, no para superficies no porosas y papeles en ambientes húmedos o en condiciones de fusión.

#### **3. Polvos Adhesivos**

La eficacia: Eficiente en superficies llanas no porosas (vidrio, plástico etc.).

Ventajas: Polivalente, rápido y muy sencillo de aplicar.

Limitaciones: Riesgos de contaminación, muy dependientes de la habilidad, poco eficaces para superficies ásperas o húmedas.

Aplicabilidad: Adecuados para superficies lisas y en la escena controlada.

#### **4. Polvos Magnéticos**

La eficacia: Son eficaces en superficies que son horizontalmente no porosas.

Ventajas: Con mínima contaminación y fácil de aplicar.

Limitaciones: Muy limitado a algunas superficies, dependencia del operador.

Aplicabilidad: Muy adecuado para superficies planas como el metal o el plástico.

Asperciones con ninhidrina

Eficacia: Extraordinaria en sustratos porosos (papel),

Ventajas: Sencillo, resultados claros.

Inconvenientes: Lento y sólo apto para sustratos porosos.

Aplicaciones: Sustratos preferiblemente con documentos en climas secos.

#### **Técnicas Avanzadas (TOF-SIMS, RUVIS)**

Eficacia: Prometedoras en sustratos metálicos o corroídos (armas).

Ventajas: Muy precisas, innovadoras.

Inconvenientes: Controversiales, requieren más investigación, al estar poco utilizadas; costosas.

Aplicaciones: Útiles en casos específicos (armas), aunque limitadas por el acceso a ellas y la necesaria formación.

#### **Confrontación general de los métodos:**

**Sustratos porosos:** Ninhidrina y nitrato de plata son los más recomendables, aunque al comparar entre ellos, el yodo sería el más rápido, aunque con escasa duración del resultado.

**Sustratos no porosos:** Cianoacrilato y polvos magnéticos/o adhesivos son los más recomendables por su eficacia y versatilidad.

**Condiciones ambientales:** La humedad favorece la disminución de la eficacia, especialmente del yodo, nitrato de plata y cianoacrilato. Las técnicas avanzadas, son más resistentes, aunque menos presentes, para documentar cuestiones específicas

**Conclusión:** La elección de cada técnica viene definida por el estado del propio sustrato, por las condiciones ambientales de aplicación de cada técnica y sobre el uso que se le irá a dar a la técnica que se elija. La estandarización, la formación de peritos y el uso de tecnologías como AFIS mejoran la fiabilidad del resultado, aunque la habilidad de los operators y de la cadena de custodia son también factores desencadenantes de los errores a tener en cuenta.

## **DISCUSIÓN**

La lofoscopia ha evolucionado de ser una disciplina puramente mecánica a una ciencia de precisión que integra principios de química, física y biometría. Los resultados confirman que la eficacia de la identificación no reside en la existencia de una técnica universal, sino en la capacidad del perito para discernir el método más apto según la porosidad del sustrato. En superficies porosas como el papel o la madera, la superioridad de la ninhidrina y el nitrato de plata es indiscutible debido a su reacción con los aminoácidos y sales del sudor. No obstante, tal como se observa en los hallazgos, la ninhidrina presenta una limitación temporal en su revelado, mientras que el nitrato de plata tiende a oscurecer el fondo, lo que exige una documentación fotográfica inmediata para evitar la pérdida de contraste.

En lo que respecta a superficies no porosas como vidrio o metales, el uso de polvos adhesivos y magnéticos sigue siendo la norma por su inmediatez. Sin embargo, se debe discutir el riesgo de contaminación y la dependencia de la pericia del operador, factores que pueden comprometer la integridad de la cresta papilar. El cianoacrilato emerge aquí como un puente entre lo tradicional y lo avanzado, proporcionando una fijación permanente de la huella, aunque su eficacia se ve seriamente afectada por niveles bajos de humedad ambiental, lo que subraya la importancia de controlar las variables del entorno durante el procesamiento de la evidencia.

Un punto crítico de análisis es el papel de las tecnologías avanzadas como TOF-SIMS y RUVIS. Aunque los resultados las califican como prometedoras para superficies complejas o armas corroídas, su implementación en el contexto criminalístico real es limitada por su

elevado costo y la necesidad de una formación técnica rigurosa. Estas herramientas permiten superar los fallos de los métodos químicos convencionales, pero actualmente actúan más como recursos complementarios para casos de alta complejidad que como sustitutos de los kits de campo.

Por otro lado, la transición hacia el Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (SAID/AFIS) ha revolucionado la rapidez del cotejo. Sin embargo, la discusión debe resaltar que la fiabilidad del sistema digital sigue supeditada a la calidad de la imagen capturada por el método de revelado previo. Una huella mal revelada con vapores de yodo debido a su naturaleza efímera o una huella empastada por exceso de polvo magnético generará errores de correspondencia en el sistema automatizado. Esto refuerza la idea de que la tecnología digital no sustituye, sino que potencia la labor del perito en la escena.

Finalmente, el análisis comparativo sugiere que el futuro de la lofoscopia reside en la estandarización de protocolos que minimicen la variabilidad del operador. La cadena de custodia y la formación continua son los únicos mecanismos capaces de reducir el error humano en un campo donde la evidencia es tan sensible a factores externos. Se concluye que la lofoscopia es una disciplina bimodal: requiere de la destreza física para el revelado inicial y de la precisión tecnológica para el análisis y cotejo final.

## **CONCLUSIONES**

Este estudio cumplió satisfactoriamente con el objetivo de examinar las metodologías lofoscópicas actuales en la ciencia forense, analizando sus aplicaciones prácticas, ventajas y restricciones técnicas. La evidencia recopilada confirma que la eficacia en el revelado de huellas depende intrínsecamente de la naturaleza de la superficie y las condiciones ambientales. En este sentido, se ratifica que los métodos físicos, como los polvos reveladores, mantienen su vigencia y efectividad en superficies no porosas, mientras que reactivos químicos como la ninhidrina y el cianoacrilato ofrecen resultados superiores y más precisos en materiales de carácter poroso.

Por otro lado, la investigación permitió contrastar la utilidad de métodos específicos y sus desafíos técnicos. Si bien el nitrato de plata es efectivo en soportes de papel, presenta desventajas documentadas, como el oscurecimiento del fondo, que pueden comprometer la interpretación de la muestra. Asimismo, se concluye que los sistemas automatizados de identificación dactilar (como el AFIS) representan un avance tecnológico disruptivo; no obstante, su rendimiento óptimo no es autónomo, sino que está supeditado a factores críticos como la calidad de la imagen capturada y la alta capacitación técnica del personal encargado de su operación.

Finalmente, el análisis subraya la necesidad imperativa de homogeneizar los protocolos forenses y expandir las bases de datos poblacionales para garantizar resultados reproducibles y con validez judicial. El futuro de la lofoscopia reside en la innovación científica, específicamente mediante la síntesis de nuevos reactivos más resistentes a la degradación ambiental y la integración supervisada de la Inteligencia Artificial para optimizar los procesos de cotejo. Estos hallazgos, basados estrictamente en la evidencia revisada, constituyen una hoja de ruta para fortalecer la precisión y la fiabilidad de la identificación lofoscópica en el contexto actual.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Álvarez-Quispe, A. N., López-Acosta, A. F., Sáenz-Naupari, L. M., & Neyra-Rivera, C. D. (2023). Estudio piloto comparativo entre la identificación dactiloscópica y poroscópica con fines de identificación humana en el Perú. *International Journal of Morphology*, 41(5), 1400–1410. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000501400>
- Arias Garofalo, L. F., Chucad Paca, E. A., & Parra Corro, J. E. (2024). El uso de la dactiloscopia como técnica forense para la identificación y sanción de delitos relacionados con la delincuencia organizada. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 76–90. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3055>
- Assis, A. M. L., Costa, C. V., Alves, M. S., Melo, J. C. S., de Oliveira, V. R., Tonholo, J., Hillman, A. R., & Ribeiro, A. S. (2023). From nanomaterials to macromolecules: Innovative technologies for latent fingerprint development. *WIREs Forensic Science*, 5(2), e1475. <https://doi.org/10.1002/wfs2.1475>

- Charlton, D., Costa, C., Hinder, S. J., Watts, J. F., & Bailey, M. J. (2023). Expanding the efficacy of fingermark enhancement using ToF-SIMS. *Molecules*, 28(15), 5687. <https://doi.org/10.3390/molecules28155687>
- García, M. G. C., Falcones, A. T. A., Navarrete, B. J. F., Alvarado, L. R. Q., Gómez, E. C. F., & Urréa, H. E. R. (2024). Las huellas dactilares en la resolución de casos de asfixia. *Sinergia Académica*, 7 (4), 195–205. <https://doi.org/10.51736/7pdbpb11>
- Interpol. (2024). *Directrices para la transmisión de huellas dactilares y el uso de sistemas AFIS*. Organización Internacional de Policía Criminal. [https://www.interpol.int/es/content/download/7189/file/Guidelines\\_Fingerprints](https://www.interpol.int/es/content/download/7189/file/Guidelines_Fingerprints)
- Lago Montejo, V. (2020). *La huella lofoscópica en la escena del crimen: Estudio científico y digitalización*. Editorial Reus.
- Leal Bernabeu, A. J. (2018). *El proceso integral de la huella dactilar*. Smashwords.
- López Zepeda, J. L. (2022). Huellas dactilares y la química detrás de algunas técnicas para revelarlas. *Educación Química*, 33(4), 50–62. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.83043>
- Orna, M. J. C., & Neacato, W. P. B. (2025). La dactiloscopia como ciencia, clave en la identificación, individualización y reconocimiento de las víctimas en Riobamba en el periodo 2023. *Imaginario Social*, 8(1), 112–125.
- Ortíz, R., Cáceres, M., López, N., Sánchez, H., & Sarco, A. (2020). Aportes de la dactiloscopia en el desarrollo de la investigación en la escena del crimen en Panamá. *Semilla Científica*, (1), 453–463.
- Robledo Acinas, M. D. M., Sánchez Sánchez, J. A., & Aguilar Ungil, R. (2012). Estudio de las frecuencias de los tipos dactilares y de los puntos característicos en dactilogramas de población española. *Derecho y Cambio Social*, 9(28). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5493225>
- Sodhi, G. S., & Kaur, J. (2015). Physical developer method for detection of latent fingerprints: A review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 5(4), 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2015.05.001>
- Solana Aguilar, E. G. (2024). Obtención de huellas lofoscópicas en armas de fuego. *Revista Digital de Ciencia Forense*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.22201/enacif.30617588e.2024.3.1.139>
- U.S. Department of Justice. (2017). *The fingerprint sourcebook*. National Institute of Justice. <https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/249575.pdf>