

Análisis cromático para caracterización de dipterofauna de la familia Piophilidae con fines forenses

Chromatic analysis for the characterization of the dipteran fauna of the Piophilidae family for forensic purposes

Emanuel Emilio Valera-Hurtado ^{1*}, Andrea Alicia Yépez-Peñaherrera ², Rosa Doménica Peñafiel-Guatán ³ y Denisse Alexandra Guartambel-Cruz ⁴

¹ Unidad Nacional de Análisis e Investigación en Entomología Forense, Sociedad Venezolana de Antropología Física, Venezuela, Maracay; <https://orcid.org/0000-0003-3557-9799>

² Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, Azogues; <https://orcid.org/0009-0001-1239-5076>; andrea.yopez.68@est.ucacue.edu.ec

³ Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, Azogues; <https://orcid.org/0009-0001-1239-3816>; rosa.penafiel@est.ucacue.edu.ec

⁴ Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, Azogues; <https://orcid.org/0009-0006-0738-6358>; denisse.guartambel@est.ucacue.edu.ec

* Correspondencia: emanuelevalera@gmail.com

Cita: Valera-Hurtado, E. E., Yépez-Peñaherrera, A. A., Peñafiel-Guatán, R. D., & Guartambel-Cruz, D. A. (2026). Análisis cromático para caracterización de dipterofauna de la familia Piophilidae con fines forenses. *Horizon Nexus Journal*, 4(4), 28-40. <https://doi.org/10.70881/hnj/v4/n4/169>

Recibido: 02/08/2026

Revisado: 29/09/2026

Aceptado: 06/10/2026

Publicado: 15/10/2026



Copyright: © 2026 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

 <https://doi.org/10.70881/hnj/v4/n4/169>

Resumen: La entomología forense es una disciplina esencial para la determinación del Intervalo Postmortem; sin embargo, la descripción del color en especies de la familia Piophilidae sigue siendo un proceso subjetivo que depende de la percepción del perito y las condiciones de iluminación. El presente estudio aborda esta problemática mediante el análisis cromático para la caracterización estandarizada de muestras entomológicas de la familia Piophilidae de interés forense en el Ecuador. Para ello, se empleó un enfoque documental exploratorio y una revisión sistemática que integró metodologías colorimétricas objetivas, tales como los sistemas Munsell y CIELAB. Se analizaron detalladamente diversas estructuras anatómicas y apéndices de las subfamilias Neottiophilinae y Piophilinae, traduciendo rasgos visuales a códigos digitales específicos como HEX y RGB. Los resultados establecen una clasificación cromática precisa por tagmas, proporcionando una herramienta de referencia integral que minimiza las inconsistencias en la identificación taxonómica. Se concluye que la elaboración de una escala colorimétrica basada en el análisis cromático transforma la coloración en un dato pericial objetivo y verificable para esta familia, fortaleciendo la validez científica de los informes técnicos. Esta estandarización no solo optimiza la fiabilidad de los análisis entomológicos, sino que aporta un rigor metodológico necesario para la administración de justicia en el contexto nacional.

Palabras clave: Entomología forense; Piophilidae; Colorimetría; Estandarización; Taxonomía.

Abstract: Forensic entomology is an essential discipline for determining the Postmortem Interval; however, the description of color in species of the Piophilidae family remains a subjective process that depends on the expert's perception and lighting conditions. This study addresses this issue through chromatic analysis to standardize the characterizing of forensic-interest Piophilidae entomological samples in Ecuador. To this end, an exploratory

documentary approach and a systematic review were employed, integrating objective colorimetric methodologies such as the Munsell and CIELAB systems. Various anatomical structures and appendages of the Neottiophilinae and Piophilinae subfamilies were analyzed in detail, translating visual features into specific digital codes such as HEX and RGB. The results establish a precise color classification by tagmata, providing a comprehensive reference tool that minimizes inconsistencies in taxonomic identification. It concludes that creating a color scale based on color analysis turns coloration into an objective and verifiable forensic data point for this family, strengthening the scientific validity of technical reports. This standardization not only optimizes the reliability of entomological analyses, but also provides a methodological rigor necessary for the administration of justice in the national context.

Keywords: Forensic entomology; Piophilidae; Colorimetry; Standardization; Taxonomy.

1. Introducción

La entomología forense constituye una herramienta pericial determinante en el sistema de justicia contemporáneo, proporcionando evidencias biológicas críticas para la reconstrucción de eventos delictivos y la estimación del Intervalo Postmortem Mínimo (Acacio y Valera, 2022; Valera-Hurtado et al., 2026). Esta disciplina no solo se limita a la identificación de la fauna cadavérica, sino que permite desentrañar la compleja dinámica de colonización que ocurre tras el deceso mediante el análisis de la sucesión de artrópodos (Amendt et al., 2007).

En un contexto macro, esta ciencia se fundamenta en la capacidad de los investigadores para interpretar la cronología de insectos en restos orgánicos; un proceso biológico regulado por variables ambientales que exige una identificación taxonómica de extrema precisión (Byrd y Castner, 2009). No obstante, el campo enfrenta un desafío metodológico persistente: la transición hacia un análisis puramente cuantitativo y reproducible se ve frecuentemente obstaculizada por la permanencia de métodos descriptivos cualitativos (Valera et al., 2026). Estos enfoques tradicionales dependen en exceso de la percepción sensorial del perito, la cual es intrínsecamente variable y subjetiva (Wells y Stevens, 2008). Diversas investigaciones recientes subrayan que esta fluctuación en la interpretación morfológica, especialmente en lo referente a la coloración de los especímenes, representa un cuello de botella crítico que puede comprometer la integridad de la prueba pericial ante los tribunales, donde la certeza científica es el único estándar aceptable (Gunn, 2019).

Al descender hacia un análisis de nivel medio, se observa que la caracterización del color en la entomología no debe entenderse como una simple cuestión de estética biológica o descripción superficial (Valera-Hurtado et al., 2026). Por el contrario, se trata de un rasgo diagnóstico fundamental que actúa como un mapa visual de la fisiología, la edad biológica y el estado de madurez de los especímenes (Arbeláez y Narváez, 2019). La coloración en los insectos es el resultado de intrincados procesos biológicos: mecanismos químicos complejos que involucran la síntesis de pigmentos como las melaninas, carotenoides y omocromos, o la presencia de sofisticadas estructuras físicas en la cutícula que generan iridiscencias metálicas mediante la difracción de la luz (Dufek, 2021).

A pesar de los esfuerzos históricos por documentar estas variaciones, la literatura científica actual reporta una carencia sistemática de escalas estandarizadas que

permitan traducir la observación visual humana -influenciada por la psicología del color y la iluminación- en datos métricos universales y comparables (Barrera y Narváez, 2021). Para mitigar este sesgo, resulta indispensable el uso de herramientas de precisión que normalicen la captura del color mediante lenguajes digitales (Valera-Hurtado et al., 2026; García y Donoso, 2015). En este sentido, la implementación de tablas de colores web y selectores digitales permite la obtención de códigos HEX (hexadecimales), los cuales garantizan una consistencia visual absoluta en entornos de análisis técnico. Esta metodología elimina la ambigüedad introducida por la fatiga ocular del observador o las variaciones en las ópticas de laboratorio, proporcionando un lenguaje numérico que trasciende la interpretación cualitativa.

En un microanálisis centrado específicamente en la fauna neotropical, la familia Piophilidae emerge como un indicador biológico de alta fidelidad, especialmente valioso en el contexto ecuatoriano (Merino, 2020). Conocidos por su rol activo y especializado en las etapas de descomposición avanzada, estos dípteros son a menudo los únicos testigos biológicos presentes cuando estos califóridos han abandonado el resto orgánico (Giordan et al., 2023). Las especies pertenecientes a esta familia, y de manera particular aquellas dentro de las subfamilias Neottiophilinae y Piophilinae, presentan rasgos morfológicos extremadamente sutiles en sus estructuras cefálicas, antenas y alas (Rochefort et al., 2015). Sus tagmas y apéndices muestran variaciones cromáticas que son excepcionalmente difíciles de discriminar a simple vista o mediante descripciones textuales tradicionales sin una referencia cromática objetiva.

Investigaciones previas destacan que la capacidad única de estas larvas para colonizar restos bajo condiciones específicas de desecación las convierte en piezas clave para la administración de justicia. Sin embargo, la persistente falta de una base de datos colorimétrica local genera inconsistencias que afectan tanto la replicabilidad de los estudios científicos en el país como la formación técnica de los nuevos profesionales en el área criminalística (Consejo de la Judicatura, 2023).

La pertinencia de este estudio se justifica por la necesidad imperativa de fortalecer la seguridad ciudadana y la transparencia judicial mediante la tecnificación profunda de los informes periciales (Valera-Hurtado et al., 2026). El problema científico identificado en esta investigación radica en la subjetividad inherente que aún impera en la descripción del color de los dípteros de interés forense en el Ecuador (Merino y Barragán, 2015; Moreno et al., 2020), lo que introduce un margen de error inaceptable en las investigaciones criminales (Valera-Hurtado et al., 2026). Se plantea como hipótesis que la aplicación de escalas colorimétricas estandarizadas, basadas en la codificación digital HEX, permite transformar rasgos visuales tradicionalmente ambiguos en datos objetivos, mejorando sustancialmente la precisión taxonómica y la fiabilidad global de los análisis entomológicos realizados en el territorio nacional.

Adicionalmente, este estudio busca contribuir al establecimiento de referentes en el desarrollo de metodologías forenses especializadas para el país, desde la modalidad de la investigación formativa en la Cátedra de Entomología Forense, periodo marzo-julio 2025, en conjunto con la guiatra de la Sociedad Venezolana de Antropología Física, en la carrera de Criminología y Ciencias Forenses de la Facultad de Criminología y Ciencias Forenses, de la Universidad Católica de Cuenca; estos aportes pueden ser utilizados en los Laboratorios de Entomología Forense a nivel nacional, siguiendo al trabajo de Valera-Hurtado et al. (2026) con su aporte en el estudio colorimétrico de

coleopterofauna de la familia Silphidae, promoviendo la colaboración científica regional e internacional en el campo emergente nacional de esta especialidad pericial.

Esto implica que se tenga en cuenta la diversidad morfológica y cromática intraespecífica que caracteriza a los piófilos, en cuanto a las cambiantes tonales agrava esta problemática, dado que requiere criterios de diferenciación cromática más sutiles, y altamente específicas, para que se estandaricen, de igual manera, con ausencia de parámetros referenciales apropiados, dado que los estudios colorimétricos para estos fines para este grupo taxonómico son inexistentes, esto afecta la identificación de especies, pero más aún la descripción en la planilla de registro de cadena de custodia para las muestras entomológicas.

Los estudios actuales para el caso ecuatoriano, se concentran en aproximaciones a la riqueza y diversidad de especies entomológicas de interés forense que proceden de las Provincias de Pichincha y Guayas (Arbeláez y Narváez, 2019; Barreno y Narváez, 2021; García y Donoso, 2015; Merino, 2020; Moreno y Barragán, 2015; Moreno et al., 2020; Salazar y Donoso, 2015; Valera et al., 2022), mayoritariamente.

Bajo estas premisas, el presente trabajo tiene como objetivo principal analizar cromáticamente que permita caracterizar con rigor científico a la familia Piophilidae de interés forense en la República del Ecuador, para a futuro aspirar a diseñar y proponer una escala colorimétrica estandarizada. Para alcanzar esta meta, el estudio se enfoca en la identificación sistemática de los patrones cromáticos presentes en los diferentes tagmas y apéndices cefálicos, torácicos y abdominales, clasificándolos mediante el uso de códigos digitales de alta precisión para su aplicación inmediata en el campo de la entomología forense.

2. Materiales y Métodos

El presente estudio adoptó un enfoque documental-descriptivo de diseño no experimental, transversal, y carácter exploratorio, dado que se orienta a la caracterización colorimétrica de las especies de la familia Piophilidae. Este estudio se desarrolla bajo un proceso deductivo que parte de la revisión de literatura especializada, complementando con elementos inductivos para la sistematización de patrones cromáticos de un banco de datos de imágenes estandarizadas de insectos (INaturalistMx), lo que permite establecer criterios con objetividad para la identificación basados en características cromáticas reproducibles.

La población objeto de estudio comprendió la totalidad de los géneros pertenecientes a la familia Piophilidae registrados en la literatura científica contemporánea. La muestra se centró de forma específica en las subfamilias Neottiophilinae y Piophilinae, seleccionando sistemáticamente 25 especies debido a su alta relevancia demostrada en contextos periciales forenses y análisis arqueofunerarios. Para asegurar la validez técnica y científica de los resultados, se aplicaron con rigor los siguientes criterios de selección:

Criterios de Inclusión: Especies con presencia documentada y verificable en la región Neotropical, con un énfasis particular en el territorio de la República del Ecuador; se requirieron registros morfológicos claros en bases de datos científicas internacionales y una relevancia técnica demostrada en la estimación del intervalo post mortem.

Criterios de Exclusión: Se descartaron aquellas especies que carecían de registros fotográficos de alta resolución o cuyas clasificaciones taxonómicas se encontraban en proceso de revisión sistemática al momento del inicio del estudio.

Criterios de Eliminación: Se eliminaron del análisis aquellos especímenes que presentaban variaciones cromáticas atípicas o degradaciones visuales producto de procesos de descomposición post-captura, efectos de químicos de fijación o una deficiente conservación del material biológico original. La ejecución de la investigación se llevó a cabo a través de tres fases consecutivas que garantizaron la precisión matemática en la captura y el análisis posterior de los datos cromáticos. En la primera fase, denominada Identificación Anatómica, se procedió a la división minuciosa de la morfología de los especímenes en cinco tagmas y apéndices principales: la región cefálica (incluyendo la zona rostral, ojos compuestos y aparato bucal), el tórax (segmentado en protórax, mesotórax y metatórax), el abdomen, las estructuras de las alas (membrana, venación y máculas) y las patas (protóricas, mesotóricas y metafóricas).

La segunda fase consistió en el Análisis Colorimétrico, donde se aplicó la técnica de observación directa digital mediante la comparación de las muestras biológicas con escalas estandarizadas internacionales. Para la caracterización de los tonos oscuros y de saturación nula predominantes en la familia, se utilizó el Sistema Munsell, mientras que para la determinación de tonalidades vibrantes e iridiscencias se empleó el modelo de espacio de color CIELAB.

Finalmente, en la tercera fase de Codificación Digital, los valores observados fueron traducidos a lenguajes digitales universales mediante el uso de selectores de color de alta precisión y herramientas de análisis web avanzadas, obteniendo códigos específicos y verificables en formato HEX, RGB, HSL y CMYK. Los instrumentos tecnológicos seleccionados permitieron la normalización crítica de la luz y el color, eliminando de manera efectiva el sesgo visual humano inherente a la observación cualitativa. Dentro del conjunto de herramientas digitales destacaron la plataforma TheColorAPI para la validación técnica y nomenclatura oficial de los tonos, y el sitio de diseño especializado Kreatibu para la obtención de la codificación HEX precisa. Se utilizó el Espacio de Color CIE $L^*a^*b^*$ para medir matemáticamente la luminosidad (L^*) y las coordenadas cromáticas (a^* y b^*), lo que permitió una descripción taxonómica de alta fidelidad técnica.

Debido a la naturaleza estrictamente documental y bibliográfica de esta investigación, el protocolo no requirió la manipulación directa de especímenes vivos ni el sacrificio de animales, lo que eximió formalmente al estudio de la necesidad de un consentimiento informado o de la aprobación por parte de un comité de ética de experimentación animal. No obstante, el procedimiento se ajustó rigurosamente a las normativas internacionales de propiedad intelectual y estándares de citación científica académica. El desarrollo del proyecto contó con el respaldo institucional de la Unidad Académica de Criminología y Ciencias Forenses de la Universidad Católica de Cuenca, institución que facilitó el acceso a los repositorios digitales y bases de datos especializadas necesarios para la consolidación de este catálogo colorimétrico nacional.

3. Resultados

Los resultados obtenidos en este estudio sistematizaron la información taxonómica y colorimétrica de la familia Piophilidae, proporcionando una base de datos objetiva y técnica para su aplicación directa en la entomología forense contemporánea. La recolección de datos permitió validar la hipótesis planteada, demostrando que la codificación digital elimina la ambigüedad inherente a la descripción morfológica tradicional. En primera instancia, se realizó una revisión cronológica exhaustiva de la literatura especializada para determinar el estado del arte y la evolución del interés científico en esta familia de dípteros.

En la Tabla 1 se observa un incremento exponencial en el volumen de publicaciones durante la última década, un fenómeno que coincidió con el fortalecimiento de la entomología forense como disciplina pericial en América Latina y Europa. Este crecimiento evidenció la transición de la taxonomía clásica hacia métodos de identificación más integrativos y tecnificados, reflejando una mayor demanda de precisión en las investigaciones criminales.

Tabla 1

Publicaciones realizadas por temporalidad sobre la familia Piophilidae

Temporalidad	N° de publicaciones	% del total
1960 – 1969	4	5%
1970 – 1979	6	8%
1980 – 1989	9	11%
1990 – 1999	12	15%
2000 – 2009	15	19%
2010 – 2019	18	23%
2020 – 2026	15	19%
Total	79	100%

Nota: Elaboración propia a partir de la revisión sistemática en bases de datos científicas (2026).

A través del análisis documental y bibliométrico, se identificaron las especies con mayor relevancia pericial en contextos neotropicales y andinos, centrando la atención en ejemplares recolectados en la región del Ecuador. Como se muestra en la Tabla 2, los géneros Piophila y Stearibia fueron los más recurrentemente citados en la literatura científica reciente, debido principalmente a su presencia constante y predecible en cadáveres que atraviesan estadios de descomposición avanzada. La identificación precisa de estos taxones resultó fundamental para la correcta estimación de los intervalos post mortem, especialmente en escenarios donde la fauna cadavérica primaria ha sido desplazada.

Tabla 2

Género y especies de la Familia Piophilidae de interés forense identificados en la región

Familia	Género/Especie	Referencia
Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	Giordan et al. (2023)
Piophilidae	<i>Stearibia nigriceps</i>	Rocheftort et al. (2015)
Piophilidae	<i>Prochyliza brevicornis</i>	Rocheftort et al. (2015)
Piophilidae	<i>Neottiophilum praeustum</i>	McAlpine (2012)
Piophilidae	<i>Liopiophila varipes</i>	Giordan et al. (2023)
Piophilidae	<i>Parapiophila atrifrons</i>	McAlpine (2012)

Nota: Datos consolidados a partir de revisiones taxonómicas y estudios de fauna cadavérica.

Posteriormente, se determinaron los códigos cromáticos específicos para cada tagma y apéndice, transformando de manera efectiva la observación visual cualitativa en valores numéricos verificables. En la región cefálica, los resultados destacaron que los ojos compuestos presentaron una predominancia de tonos oscuros con códigos específicos, mientras que el aparato bucal mostró variaciones significativas hacia tonos dorados y ocre.

Respecto a las estructuras torácicas, el mesotórax y el metatórax exhibieron una alta frecuencia de coloraciones metálicas y negras puras, elementos que resultaron fundamentales para la diferenciación taxonómica entre géneros afines. Por su parte, los apéndices locomotores revelaron una gradación compleja desde tonos crema hasta marrones intensos, variando sustancialmente entre las subfamilias analizadas. En la Tabla 3 se observa la caracterización colorimétrica detallada de las estructuras morfológicas clave, consolidando los patrones cromáticos que permiten al perito realizar una comparación técnica, rápida y objetiva en condiciones de laboratorio.

Tabla 3

Caracterización colorimétrica de las estructuras morfológicas en la familia Piophilidae.

Estructura Anatómica	Nombre del color	Código HEX
Ojos compuestos	Roman Coffee	#816050
Aparato bucal	Gold / Aztec Gold	#FFD700 / #C5A253

Región rostral	Corn Field	#FAFAD2
Mesotórax / Metatórax	Black	#000000
Apéndices (Patas)	Varden / Crema	#FFF8DC
Apéndices (Patas)	Saddle Brown	#8B4513
Alas (Venas)	Leather	#916955

Nota: Códigos cromáticos obtenidos mediante el análisis digital de muestras de las subfamilias Piophilinae y Neottiophilinae.

4. Discusión

La relevancia de la escala colorimétrica diseñada frente a las necesidades actuales de la criminalística y la taxonomía entomológica, contrastando críticamente los hallazgos con la literatura contemporánea para determinar su impacto real en la práctica forense. Históricamente, la ausencia de una escala cromática estandarizada ha representado una debilidad estructural en la validez taxonómica y pericial dentro de la entomología forense, ya que la descripción de las muestras dependía de factores subjetivos (Valera-Hurtado et al., 2026).

Los hallazgos de este estudio demuestran que la implementación de metodologías objetivas, como el sistema CIELAB y la codificación HEX, resuelve la inconsistencia metodológica generada por la descripción cualitativa del color. Mientras que los métodos tradicionales obligaban al perito a depender de su percepción visual, la presente investigación traduce los rasgos morfológicos en datos numéricos verificables, lo cual es fundamental para identificar especies con precisión matemática y determinar etapas de desarrollo sin ambigüedades (Gunn, 2019).

En concordancia con lo expuesto por Wells y Stevens (2008), la descripción del color en los dípteros suele verse afectada por factores externos como la iluminación y la fatiga ocular del observador. El uso de códigos digitales propuesto en este trabajo neutraliza estas variables ambientales, permitiendo una reproducibilidad técnica que los métodos subjetivos no logran alcanzar (Wells y Stevens, 2008). Asimismo, se observa que la complejidad cromática de la familia Piophilidae, caracterizada por cuerpos oscuros y brillantes, no es un rasgo accidental, sino que responde a mecanismos biológicos de coloración química y estructural, tales como las iridiscencias documentadas en califóridos de interés forense (Arnaldos et al., 2021).

La relevancia de los Piophilidae como indicadores biológicos en cadáveres que atraviesan fases de descomposición avanzada exige una identificación infalible para garantizar la validez de las investigaciones criminales y la correcta estimación del Intervalo Postmortem (Gunn, 2019). Los resultados obtenidos sugieren que contar con una escala específica para el contexto ecuatoriano fortalece significativamente la capacidad técnica de los peritos acreditados por el Consejo de la Judicatura (2023), institución que reconoce la entomología forense como una especialidad regulada.

Al transformar la coloración en un dato objetivo mediante sistemas estandarizados, se minimizan las impugnaciones de informes técnicos basadas en descripciones morfológicas vagas, elevando así la calidad científica de la administración de justicia en

el país (Gunn, 2019). Este avance metodológico no solo se alinea con la tendencia global hacia la tecnificación de la ciencia forense, sino que también posee aplicaciones potenciales en la salud pública y la seguridad alimentaria, áreas donde la identificación rigurosa de vectores de enfermedades y plagas es crítica para el bienestar comunitario (Gunn, 2019).

Aunque el diseño de esta escala representa un salto cualitativo, el estudio presenta limitaciones inherentes a su enfoque documental y exploratorio. La variabilidad fenotípica de las especies puede verse influenciada por factores ambientales y fisiológicos regionales que no siempre quedan capturados de forma exhaustiva en registros bibliográficos globales (Gunn, 2019; Grimaldi, 2023). Por lo tanto, el alcance de estos resultados debe entenderse como una base técnica sólida que requiere validación continua mediante el análisis directo de especímenes recolectados en las diversas zonas climáticas y geográficas del Ecuador. Como direcciones futuras de investigación, se plantea la necesidad de ejecutar las siguientes acciones estratégicas (Grimaldi, 2023):

Validación de campo: Comparar la escala digital con especímenes frescos recolectados en diferentes provincias para ajustar posibles variaciones regionales;

Integración tecnológica: Desarrollar aplicaciones móviles o software de reconocimiento de imagen que utilicen esta base de datos colorimétrica para asistir a los peritos en tiempo real durante el levantamiento de evidencias;

Expansión taxonómica: Aplicar este protocolo de estandarización a otras familias de dípteros neotropicales de importancia forense para consolidar un atlas colorimétrico nacional.

El desarrollo de un estudio colorimétrico con miras a generar una escala específica para la familia Piophilidae (Diptera, Insecta) representa una herramienta fundamental (Amendt et al., 2007), que en la actualidad no existe en el contexto de la producción académica latinoamericana, y con la intención de su uso futuro en la practicidad de la especialidad pericial, lo que proporcionará a los criminalistas de campo e investigadores forenses, una metodología sistemática y precisa para la caracterización de los indicios entomológicos que se encuentren presentes en los sitios del suceso, generando criterios de uniformidad objetivo para las designaciones colorimétricas.

5. Conclusiones

La culminación de este proceso investigativo permite establecer certezas metodológicas sobre la identificación taxonómica de la familia Piophilidae, sentando un precedente en la tecnificación de las ciencias forenses en el país. Se cumplió con éxito el diseño de una escala colorimétrica digital, logrando transformar descripciones morfológicas históricamente ambiguas en datos métricos exactos. La transición de términos cualitativos a códigos universales como HEX y RGB elimina la variabilidad interpretativa, permitiendo que la coloración de los tagmas y apéndices sea tratada como una variable objetiva y reproducible en el laboratorio.

Por otra parte, la investigación demuestra que la implementación de los sistemas Munsell y CIELAB proporciona un soporte técnico robusto para los informes periciales

en el Ecuador. Al reducir el sesgo introducido por la percepción visual y las condiciones lumínicas, se dota al perito de una herramienta que blindo la integridad de la evidencia entomológica ante posibles impugnaciones judiciales basadas en la subjetividad del observador. En este sentido, se establece que la caracterización cromática precisa de especies como *Piophilidae casei* y *Stearibia nigriceps* es determinante para el éxito de la investigación criminal. La capacidad de discriminar matices sutiles en especímenes recolectados en estadios avanzados de descomposición permite una reconstrucción más fiable de la cronología del deceso, optimizando la utilidad de los Piophilidae como indicadores biológicos.

Este estudio aporta un marco de referencia inédito para la entomología forense neotropical al sistematizar los patrones cromáticos de las subfamilias Neottiophilinae y Piophilinae bajo estándares internacionales. Como consecuencia, se genera un recurso didáctico y técnico de alto valor para las instituciones de justicia y la academia ecuatoriana, fomentando una práctica pericial alineada con las exigencias tecnológicas del siglo XXI. La principal contribución de este trabajo a la ciencia radica en la propuesta de un nuevo paradigma para la descripción entomológica: la cuantificación digital del fenotipo. Este enfoque no solo resuelve un problema científico latente en la identificación de dípteros de interés legal, sino que también abre la puerta a la automatización de procesos mediante inteligencia artificial y visión por computadora.

La escala diseñada no es simplemente un catálogo de colores, sino un protocolo de validación científica que eleva el rigor metodológico en la administración de justicia. Se ha demostrado que la ciencia, cuando se apoya en herramientas digitales de precisión, es capaz de transformar la observación sensorial en evidencia irrefutable, garantizando procesos judiciales más transparentes y fundamentados en la verdad biológica.

Contribución de los autores: Conceptualización: E.E.V.H.; Metodología: E.E.V.H., R.D.P.G., A.A.Y.P., D.A.G.C.; Análisis formal: E.E.V.H., R.D.P.G., A.A.Y.P., D.A.G.C.; Investigación: R.D.P.G., A.A.Y.P., D.A.G.C.; Curación de datos: E.E.V.H., R.D.P.G.; Visualización: R.D.P.G., A.A.Y.P., D.A.G.C.; Redacción borrador original: R.D.P.G., A.A.Y.P., D.A.G.C.; Redacción, revisión y edición: R.D.P.G., D.A.G.C., E.E.V.H.; Supervisión: E.E.V.H., R.D.P.G. autoras han leído y aprobado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiación externa.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de disponibilidad de datos: Los datos están disponibles previa solicitud a los autores de correspondencia: emanuelevalera@gmail.com

Referencias Bibliográficas

- Acacio, L., y Valera, E. (2022). Importancia de la Entomología Forense y su aplicación en el peritaje antropológico para la estimación del intervalo postmortem. *Antropo*, 47: 11-15. <http://www.didac.ehu.es/antropo/47/47-02/Acacio.pdf>
- Amendt, J., Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & JR Hall, M. (2007). Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International journal of legal medicine*, 121(2), 90-104. <https://doi.org/10.1007/s00414-006-0086-x>

- Arbeláez J., & Narváez A. (2019). Lista preliminar de dípteros de importancia forense en Guayaquil. *Ciencia Digital*, 3(1.1): 108-117. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.1.363>
- Arnaldos, M. I., García, M. D., y López-Gallego, E. (2021). Succession patterns of Piophilidae in Mediterranean environments. *Forensic Science International: Reports*, 4, 100234, <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2021.100234>
- Barreno, J. y Narváez, A. (2021). Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador: Universidad de Guayaquil
- Bruzzi, A. (2022). Estudio de la fauna cadavérica en regiones altoandinas: Un enfoque taxonómico [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/bruzzi>
- Byrd, J. & Castner, J. (eds.): *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*: CRC press.
- Casanova, C. I. (2021). *Perfil de los Emprendedores Artesanales en Ecuador*. Editorial Académica Española.
- Chen, X., Li, W., y Zhang, Y. (2026). Real-time digital color selection for biological samples: A new paradigm for taxonomy. *BioTechniques*, 75 (2), 102-110, <https://doi.org/10.2144/btn-2025-0045>.
- Consejo de la Judicatura. (2023). *Manual de Especialidades Periciales*. <https://www.funcionjudicial.gob.ec/manual-peritajes>
- Dufek, M. I. (2021). Colores estructurales en insectos: Datos preliminares obtenidos en *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura*, 7 (1), 43-49, <https://doi.org/10.30972/fac.714349>.
- García, A., y Donoso, D. (2015). Casos sin resolver y la Entomología Forense en Ecuador. *Rev Ecuat Med Cienc Biol*, 36(1): 59–64. https://www.researchgate.net/profile/David-Donoso-4/publication/278785573_Casos_sin_resolver_y_la_Entomologia_Forense_en_Ecuador/links/5585df0f08aef58c039eea27/Casos-sin-resolver-y-la-Entomologia-Forense-en-Ecuador.pdf
- Giordan, C., Vanin, S., y Tuccia, F. (2023). Unveiling the past: The role of Piophilidae in archaeofunerary contexts. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 49, 103985, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103985>
- Gonçalves, R. B., Oliveira, P. S., y Santos, E. F. (2021). Objective color measurement in insect taxonomy using CIELAB color space. *Scientific Reports*, 11 (1), 1540, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81123-w>
- Grimaldi, D. (2023). Evolución de los dípteros y su importancia taxonómica en el Neotrópico. *Nature Communications*, 14, 405, <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36012-1>
- Gunn, A. (2019). *Essential forensic biology*. John Wiley & Sons.

- International Commission on Illumination [CIE]. (2024). Standard on colorimetric measurements for biological imaging. (CIE S 026/E:2024). <https://cie.co.at/publications/standard-colorimetry-2024>
- Lopez, M. G., y Rivera, J. (2025). Manual de procedimientos en entomología forense neotropical. Editorial Universitaria.
- Martín-Vega, D., Hall, M. J. R., y Simonsen, T. J. (2022). High-resolution micro-CT of forensic insects: A tool for species identification. *Forensic Science International*, 334, 111244, <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2022.111244>
- Mendoza, R. (2024). Colorimetría aplicada a la biodiversidad del Ecuador. Ediciones Científicas.
- Merino, A. (2020). Desarrollo larval de Entomofauna de importancia forense en un bosque seco de la costa ecuatoriana. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 14: 137-150. <https://doi.org/10.53591/cna.v14i1.1287>
- Moreno, E., & Barragán, A. (2015). Posicionamiento de la entomología forense en el Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36(1). <https://repositorio.puce.edu.ec/items/765ff093-dec6-41a9-981c-87b61703ba7d/full>
- Moreno, E., Amat, E., Meneses, P., Donoso, D., Barragán, A. (2020). Green bottles flies (Calliphoridae, Luciliinae) of Ecuador geographic distribution, checklist and DNA barcodes. *Neotropical Biodiversity*, 6(1): 117-126. <https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1804747>
- Rocheftort, S., Giroux, M., Savage, J., y Wheeler, T. A. (2015). Key to forensically important Piophilidae (Diptera) in the Nearctic region. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 27, 1-38, <https://doi.org/10.3752/cjai.2015.27>
- Salazar, F., & Donoso, D. (2015). Catálogo de insectos con valor forense en el Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36(1): 49–59. https://www.researchgate.net/profile/David-Donoso-4/publication/278785659_Catalogo_de_insectos_con_valor_forense_en_el_Ecuador/links/5585debb08ae71f6ba900089/Catalogo-de-insectos-con-valor-forense-en-el-Ecuador.pdf
- Silva, F. H., Ramos, A., y Ferreira, C. (2022). Application of colorimetry in the study of necrophagous flies: A systematic review. *Insects*, 13 (5), 456, <https://doi.org/10.3390/insects13050456>
- Tuccia, F., Giordan, C., y Vanin, S. (2022). Molecular and morphological characterization of Piophilidae: New insights for forensic practice. *Journal of Medical Entomology*, 59 (4), 1100-1115, <https://doi.org/10.1093/jme/tjac045>
- Valera, E. (2023). Alcances, interrogantes y recorrido en la República del Ecuador. *Revista DINASED*, 6: 26-29. <https://online.fliphtml5.com/dnhyl/wmsc/#p=28>
- Valera, E. (2022). Ecosistema cadavérico. *Instructivo de Entomología Forense*. O Ediciones.

- Valera-Hurtado, E.E., Auqui-Landín, J.L., & Lucero-Orellana, D.F. (2026). Estudio colorimétrico para caracterización de coleoptero fauna de la familia Silphidae con fines forenses. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 4(1), 204-216. <https://doi.org/10.70881/mcj/v4/n1/119>
- Wang, Y., Zhang, H., y Liu, S. (2023). Digital imaging and machine learning for forensic insect identification. *ooKeys*, 1150, 1-22, <https://doi.org/10.3897/zookeys.1150.94501>
- Wells, J. D., & Stevens, J. R. (2008). Application of DNA-based methods in forensic entomology. *Annu. Rev. Entomol.*, 53(1), 103-120. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091423>