

Biodetección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en escenarios criminales apoyada por caninos

Canine-supported bio detection of corpses, anatomical sections and biological fluids at crime scenes

Biodeteção de cadáveres, seções anatómicas e fluidos biológicos em cenas de crime com apoio canino

María Azucena Romero Luna^{a,*} | Gabriel Antonio Bohórquez^b
| Jorge Ulises Rojas-Guevara^c | Julián Andrés Baracaldo Eusse^d | Daniela Alit Mansegosa^e

^a <https://orcid.org/0000-0003-1970-4334> Universidad Vizcaya de las Américas, Colima, México

^b <https://orcid.org/0000-0003-4189-1092> Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

^c <https://orcid.org/0000-0003-4925-5365> Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

^d <https://orcid.org/0000-0001-8814-9325> Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

^e <https://orcid.org/0000-0002-2106-8536> Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

- Fecha de recepción: 2021-09-07
- Fecha concepto de evaluación: 2021-10-10
- Fecha de aprobación: 2021-12-10
<https://doi.org/10.22335/rlct.v14i1.1503>

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Romero-Luna, M. A., Bohórquez, G. A., Rojas-Guevara, J. U., Baracaldo-Eusse, J. A., & Mansegosa, A. D. (2022). Biodetección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en escenarios criminales apoyada por caninos. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 14(1), 101-118. <https://doi.org/10.22335/rlct.v14i1.1503>

RESUMEN

Los indicios biológicos en escenarios criminales suelen pasar desapercibidos para los sentidos humanos, y existe evidencia del empleo de caninos para su detección. Esta revisión tiene como objetivos: analizar el papel de los equipos caninos para el rastro de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en escenarios criminales; conocer la procedencia de los insumos biológicos como sustancias controladas para el entrenamiento; y, determinar los alcances e importancia de los caninos en el campo forense. Se realizó una revisión documental de publicaciones en bases de datos académicas entre los años 2000 y 2021, bajo el método cualitativo con un papel hermenéutico-interpretativo. Se llevó a cabo un análisis desde los referentes académicos, y se determinó la importancia de estos estudios en contextos de investigación criminal, criminología y victimología. Como conclusión, se evidencian las posibilidades técnicas que ofrecen los caninos en los protocolos forenses, a partir de la estandarización para el manejo de las muestras, el almacenamiento y el futuro de las investigaciones para la gestión de estudios periciales en contextos reales, con el propósito de garantizar el cumplimiento de la Cadena de Custodia, que conlleven a un desempeño exitoso de los binomios bajo una certificación y validez probatoria en el proceso penal.

Palabras clave: Cadáver, cadena de custodia, criminalística, detección canina, elementos materiales probatorios, olor humano, sangre



* Autor de correspondencia. Correo electrónico: rozucma15@gmail.com

ABSTRACT

Biological evidence in criminal settings usually goes unnoticed by the human senses, although there is evidence of the use of canines for their detection. The objectives of this research are to analyze the role of canine equipment for tracking corpses, anatomical sections and biological fluids in criminal settings; in addition to knowing the provenance of biological training aids for training and determining the scope and importance of canines in the forensic field. Based on the above, a documentary review of publications in academic databases between 2010 to 2021 was carried out, starting from the qualitative method with a hermeneutic-interpretive role. An analysis was carrying out from the academic referents, determining the importance of these studies in criminal investigation, criminology and victimology contexts. In conclusion, the technical possibilities offered by canines in forensic protocols are highlighted, starting from standardization for the handling of samples, storage and the future of investigations for the management of expert studies in real contexts, in order to guarantee compliance with the Chain of Custody, which leads to a successful canine performance under a certification and evidentiary validity within the criminal process.

Keywords: Corpse, chain of custody, criminalistics, canine detection, evidentiary material, human odor, blood

RESUMO

As provas biológicas em despercebidas para os sentidos humanos, e há provas do uso de caninos para a sua detecção. Os objetivos desta revisão são: analisar o papel das equipes caninas no rastreo de cadáveres, seções anatómicas e fluidos biológicos em cenas de crime; conhecer a origem dos insumos biológicos, como substâncias controladas para o treinamento; e determinar o âmbito e a importância dos caninos no campo forense. Entre 2000 e 2021 realizou-se uma revisão documental de publicações em bases de dados académicos, sob o método qualitativo com função hermenêutico-interpretativa. Foi realizada uma análise das referências académicas, e foi determinada a importância destes estudos em contextos de investigação criminal, criminologia e vitimologia. Em conclusão, evidenciam-se as possibilidades técnicas oferecidas pelos caninos nos protocolos forenses, com base na paronização do tratamento das amostras, armazenamento e o futuro das investigações para a gestão de estudos periciais em contextos reais, com o objetivo de garantir o cumprimento da Cadeia de Custódia, levando ao êxito da execução dos binômios sob uma certificação e validade probatória no processo penal.

Palavras-chave: Cadáver, cadeia de custódia, criminalística, detecção canina, elementos materiais probatórios, odor humano, sangue

La investigación criminal en temas de homicidio (Vallejo et al., 2018) y otros delitos, tiene implicaciones especiales en cada caso, para lo cual existen reglas jurídicas, morales y dogmas religiosos (Mann et al., 2016), generalmente asociadas a factores multifactoriales y fenómenos complejos como el narcotráfico (Sarmiento-Hernández et al., 2020). Además, independientemente de las decisiones legales, los delitos requieren de estudios criminológicos y victimológicos rápidos y exhaustivos, realizados por expertos en distintos campos de las ciencias forenses, incluidos los caninos (Rojas-Guevara et al., 2021). Asimismo, existe una tendencia creciente a ocultar los delitos, en especial el asesinato que

emplea la violencia física (Kamaluddin et al., 2021), en el que los victimarios tratan de forma premeditada de “confundir, obstaculizar o frustrar los esfuerzos investigativos o forenses con el propósito de ocultar su identidad, su conexión con el delito o el delito en sí mismo” (Turvey, 2008). Por lo anterior, con el objetivo de evitar condenas, los homicidas alteran deliberadamente los elementos materiales probatorios en la escena del crimen, engañan a las autoridades, y reorientan erróneamente una investigación al emplear diversas estrategias de ocultamiento (Geberth, 1996), lo que constituye un desafío para los investigadores de campo (Rahim et al., 2014).

Fernández (2017) menciona que el delito es un hecho social que responde a una motivación específica (Wikström, 2017), y refleja el conjunto de valores, creencias y recursos característicos de una sociedad, puesto que toda comunidad define moralmente, percibe socialmente y sanciona jurídicamente lo que considera es el delito. Del mismo modo, surgen otros hechos sociales acompañados de una organización definida como las ciencias forenses, sus disciplinas y técnicas auxiliares, que buscan materializar las pruebas a efectos judiciales, mediante una metodología científica, con el objetivo de esclarecer dichos hechos criminales (Castro & Pérez, 2018).

Dentro de las ciencias forenses se han utilizado los caninos como técnica para la biodetección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos, debido a su alta sensibilidad y especificidad, a que es selectiva su búsqueda del olor y a la facilidad con la que pueden ser entrenados y manejados (Riezzo et al., 2014). También se utilizan para localizar personas pérdidas o desaparecidas, víctimas de desastres naturales o masivos, y también para la búsqueda de cadáveres y restos humanos enterrados u ocultos (Sorg et al., 1998; Komar, 1999; Rojas et al., 2020). Lo anterior implica, incluir en el protocolo básico para los exámenes forenses (visual, ensayo presuntivo, confirmatorio, tipificación sanguínea y origen del ácido dextrorribonucleico - ADN) (Sakurada et al., 2020), el uso de equipos caninos, con el objetivo de probar un acto delictivo.

A partir de lo ya referido, en los casos de investigaciones criminales que involucran homicidios (Norza et al., 2019; Pringle et al., 2020), los indicios biológicos suelen pasar desapercibidos para los humanos, sin embargo, los equipos caninos pueden ser una herramienta fundamental para la biodetección de fluidos corporales como sangre (Skalleberg & Bouzga, 2016), saliva, semen (van Dam et al., 2019), orina, sudor, folículos pilosos, entre otros. Asimismo, en delitos como violencia sexual y homicidio sexual (Chopin & Beauregard, 2019a; 2019b) es indispensable encontrar el rastro del olor o el olor residual (Rosier et al., 2016), bajo estándares de actuación técnica y con el propósito de que tenga valor probatorio en el proceso penal, especialmente en casos relevantes donde estén involucrados niños (Skott, 2019), y se necesite encontrar elementos materiales probatorios rápidamente. Es por ello que esta investigación busca revisar principalmente el papel de la biodetección canina para el rastro de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en escenarios criminales, y conocer la procedencia de los insumos biológicos como sustancias controladas para el

entrenamiento. Por último, busca determinar los alcances y la importancia de los caninos detectores en el campo forense, de modo que conduzca a una investigación más expedita y funcional en el desarrollo operacional de los perros de trabajo (Hall et al., 2021).

■ Metodología

El presente artículo es de revisión, es decir, refiere volver a mirar lo que se ha escrito sobre un tema determinado, con el objetivo fundamental de identificar qué se conoce sobre él, qué se ha investigado y qué aspectos permanecen desconocidos (García-Peñalvo, 2017; Guirao-Goris, 2015). En relación con lo anterior, la metodología de investigación a través de la cual se aborda el estudio, se sitúa en el enfoque cualitativo, que es también conocida como investigación naturalista, fenomenológica o interpretativa, en la cual se incluye una variedad de visiones, concepciones, técnicas y estudios no cuantitativos (Guerrero, 2016). Asimismo, de acuerdo con Bonilla-Castro y Rodríguez (2005), se orienta a profundizar casos específicos y no a generalizar, es decir, cualificar y describir el fenómeno social objeto de estudio, a partir de rasgos determinantes, y desde un papel exploratorio-interpretativo que busca entender una situación social, para conceptuar y describir la realidad con base a la información obtenida (Bernal, 2010), es por ello que este método de investigación es utilizado principalmente en las Ciencias Sociales (Guerrero, 2016).

Los hallazgos encontrados no procuran explicar la biodetección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en escenarios criminales desde una representación cuantitativa o estadística, sino estudiar el papel de los caninos en función de lo difundido en la literatura en el campo de la investigación criminal y ciencias forenses. Además, para conseguir este propósito, se empleó la Revisión Sistemática de la Literatura (SLR, por sus siglas en inglés), tomando como referencia el proceso recomendado por autores en el campo de la ingeniería, tales como Kitchenham et al. (2009), en medicina, Higgins et al. (2019), así como en otras ciencias (Mengist et al., 2020), con el propósito de proporcionar al investigador una visión extensa sobre la temática de interés, y permitir compilar sistemáticamente el conocimiento de publicaciones científicas periódicas.

El método empleado utiliza, transforma y contrasta la generación de nuevo conocimiento por parte de diversos autores, lo cual sirve de base para plasmar estados del arte

en diferentes campos del saber. Además, la SRL, como estudio observacional y retrospectivo, compone fuentes de información para combinar y concebir conocimiento asociado a una misma pregunta de investigación, por lo que ofrece a la colectividad científica la posibilidad de mantener una actualización de los nuevos avances en un campo de estudio (Peracchia & Curcio, 2018). Por lo anterior, se toman como base los lineamientos de las cuatro fases principales en la SLR, a saber: (a) diseño: contribución científica, propósito general, necesidad, audiencia potencial y preguntas de investigación; (b) ejecución: plan de búsqueda en la selección de artículos, criterios de inclusión y exclusión; (c) análisis: impacto de las publicaciones, resumen, palabras clave y otros elementos de interés; y (d) redacción: proceso reflexivo para comunicar los resultados (Snyder, 2019).

El estudio se enfocó en el paradigma de la hermenéutica interpretativa, explicada como el arte del entendimiento a partir del diálogo, es decir, establecer una relación con el texto que involucre múltiples significados, puntos de vista o concepciones diversas (Cárcamo, 2005), en otras palabras, es una disciplina de interpretación de textos junto con su autor, historia, contenidos y significados (Arráez et al., 2006). Así también, Guirao-Goris et al. (2008) menciona que después de haber realizado la re-

visión sistemática de la literatura, es importante plasmar cuál fue la estrategia de búsqueda, los términos de exploración utilizados, el nombre de la base de datos, la fecha, la estrategia empleada y el número de artículos hallados.

El procedimiento secuencial para la realización de la SLR, identificó los artículos de interés en las bases de datos potenciales (motor de búsqueda *Google Scholar*, *Scopus*, *Science Direct* y *Elsevier*). El criterio para seleccionar las bases de datos señaladas en la figura 1, fueron relevantes para escoger cada uno de los estudios. Asimismo, se emplearon los siguientes aspectos como criterios de inclusión: (a) artículos relacionados con las palabras clave: *human*, *remains*, *detection dogs*, *cadaver*, *Detection*, *rescue*, *dogs*, *forensic*, *science* y *police*; publicados en los últimos 20 años, tanto en idioma inglés como español, y se excluyeron: (a) artículos sobre temáticas asociadas con el comportamiento canino, capacidad de discriminación y condición física de perros de trabajo, con el propósito de reducir el espectro de búsqueda; y (b) se descartaron capítulos de libros, artículos de conferencias y literatura gris. Por su parte, para la búsqueda en inglés se consideraron los términos *human*, *remains*, *detection dogs* y *cadaver*, mediante el uso de operadores booleanos AND/OR/AND NOT que facilitaron la identificación de artículos de interés (Tabla 1).

Figura 1
Procedimiento empleado en la SLR



Tabla 1
Resultados de la búsqueda de literatura

Tipo	Base de datos	Parámetros de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Palabras clave	Resultados
General	Scopus	TITLE-ABS-KEY	TITLE-ABS-KEY ((dogs) AND (human) AND (remains))	Dogs Human Remains	3.394
		TITLE	(TITLE (dogs AND training) OR TITLE (human AND remains AND detection AND dogs))	Dogs Training Remains Detection	349
	PubMed	TITLE	TITLE (human AND remains AND detection AND dogs)	Human Remain Detection Dogs	111

Tipo	Base de datos	Parámetros de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Palabras clave	Resultados
General		TITLE	TITLE (cadaver dogs) AND(detection dogs)	Cadaver dogs Detection dogs	89
		TITLE-ABS-KEY	(TITLE-ABS-KEY (human) AND TITLE-ABS-KEY (remains) AND TITLE-ABS-KEY (detection) AND TITLE-ABS-KEY (dogs))	Human Remains Detection Dogs	252
		TITLE	TITLE (human AND remains AND detection AND dogs)	Human Remains Detection Dogs	6
		TITLE-ABS-KEY	(TITLE-ABS-KEY (cadaver AND detection) AND TITLE-ABS-KEY (rescue AND dogs))	Cadaver Detection Rescue Dogs	6
		TITLE-ABS-KEY	(TITLE-ABS-KEY (cadaver AND dogs) AND TITLE-ABS-KEY (human AND remains AND detection AND dogs))	Cadaver Dogs Human Remains Detection Dogs	28
Específicas	Scopus	TITLE-ABS-KEY	(TITLE-ABS-KEY (forensic) AND TITLE-ABS-KEY (human AND remains) AND TITLE-ABS-KEY (police AND dogs))	Forensic Human Remains Police Dogs	8
		KEY	KEY ((dogs) AND (human) AND (remains))	Dogs Human Remains	29
		KEY	KEY (cadaver PRE/100 dogs)	Cadaver Dogs	15
		KEY	KEY(human PRE/100 remains PRE/100 detection PRE/100 dogs)	Human Remains Detection Dogs	5
		KEY	(KEY (forensic PRE/100 science) AND KEY (cadaver PRE/100 dogs))	Forensic Science Cadaver Dogs	3
		Total			

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la revisión de las bases de datos de Scopus, Science Direct, Elsevier, Google Scholar, 2021.

En la figura 2 se representa la producción científica de los artículos entre los años 2000 al 2021, que alcanzó su máximo en los años 2019 y 2020, y da cuenta de la preocupación que existe por generar más contenido relacionado con dicha temática.

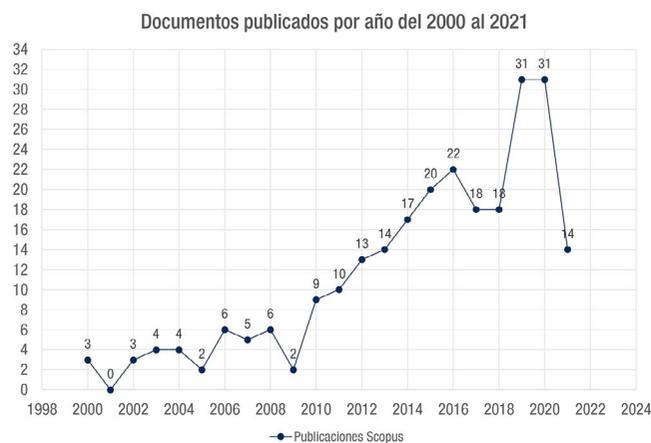
Por otra parte, vale la pena mencionar la labor de los investigadores más destacados, vinculada al entorno criminalístico y detección de restos humanos, con apoyo de equipos caninos (figura 3).

Desde otro punto de vista, la figura 4 expone la cantidad de artículos divulgados a nivel internacional, donde la información extraída deja en evidencia que América del Norte es la zona geográfica con mayor

conocimiento y el mayor número de publicaciones que abordan el tema del rastro y detección de restos humanos con el apoyo de caninos entrenados, para un total de 15 artículos. No obstante, en América Central y del Sur, Brasil, con 13 documentos en los últimos 20 años, es el país con el más elevado índice de publicaciones relacionadas, lo que representa el 5% del aporte científico. Asimismo, la información extraída evidencia que los Estados Unidos de América se destaca como el mayor productor científico del mundo respecto a este tema en específico, con un total de 80 documentos en las últimas dos décadas, y representa el 32% de $n=252$ publicaciones identificadas que abordan el tema del rastro y detección de restos humanos o residuos biológicos con el apoyo de perros entrenados. El segundo lugar lo ocupa el Reino Unido con

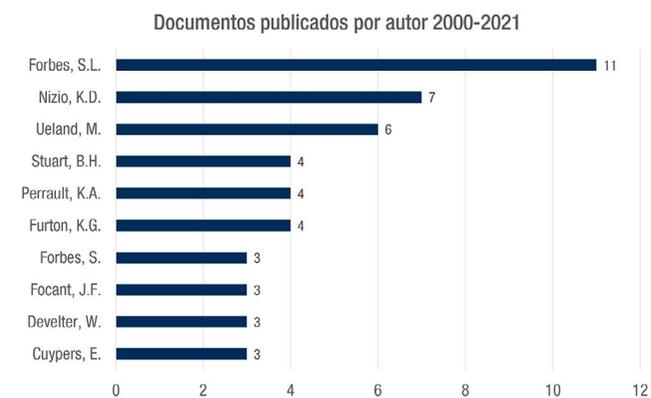
20 documentos difundidos, que representan cerca del 8% del total, y si en un análisis más amplio se consideran los aportes de Alemania (15 documentos), Italia (13 artículos), Bélgica (12 publicaciones) y Francia (10 escritos), se infiere que en Europa la contribución representa casi el 28% de la investigación respecto al tema.

Figura 2
Evolución de publicaciones que incluyen la biodetección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos biológicos en el portal Scopus 2000 - 2021



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de Scopus, Science Direct, Elsevier, Google Scholar, 2021.

Figura 3
Lista de autores destacados por publicaciones vinculadas a Human Remains Detection Dogs



Nota. Scopus, 2021.

En la figura 5 se observa con mayor profundidad como ha sido la actuación de Latinoamérica. Resulta evidente su limitada contribución en lo que a criminalística respecta, lo cual muestra la importancia de explorar este ámbito, además de detectar este fenómeno como una valiosa oportunidad de producción bibliográfica para enriquecer la investigación de estas naciones. Asimismo, al

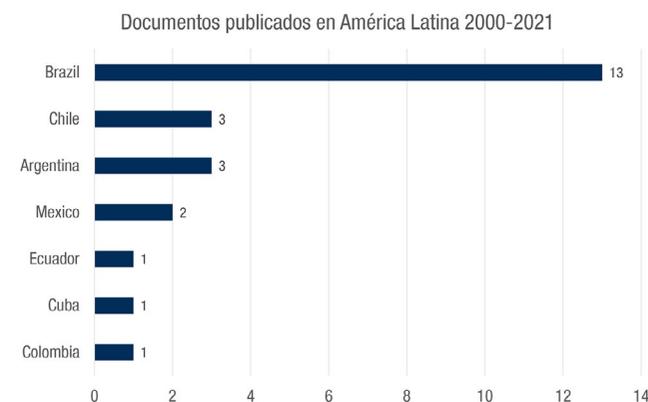
hacer especial énfasis en Colombia, se identifica que el único artículo incluido en la base de datos de Scopus relacionado con esta temática, lleva por nombre: "El papel de los equipos caninos detectores de restos humanos en la investigación criminal" (Rojas-Guevara et al., 2021).

Figura 4
Cantidad de publicaciones por país sobre rastro y detección de restos humanos con el apoyo de caninos entrenados entre los años 2000 al 2021



Nota. Scopus, 2021.

Figura 5
Número de publicaciones en América Latina entre los años 2000 al 2021



Nota. Scopus, 2021.

Resultados

Los estudios encontrados en la revisión sistemática de la literatura sobre el tema propuesto, integran y sintetizan información relevante que de otro modo estaría dispersa, debido a que en Colombia y Latinoamérica son pocos los trabajos en el campo de las ciencias forenses apoyadas con caninos. Al emplear la SRL se pretende un nuevo punto de partida que posiblemente impulsará la

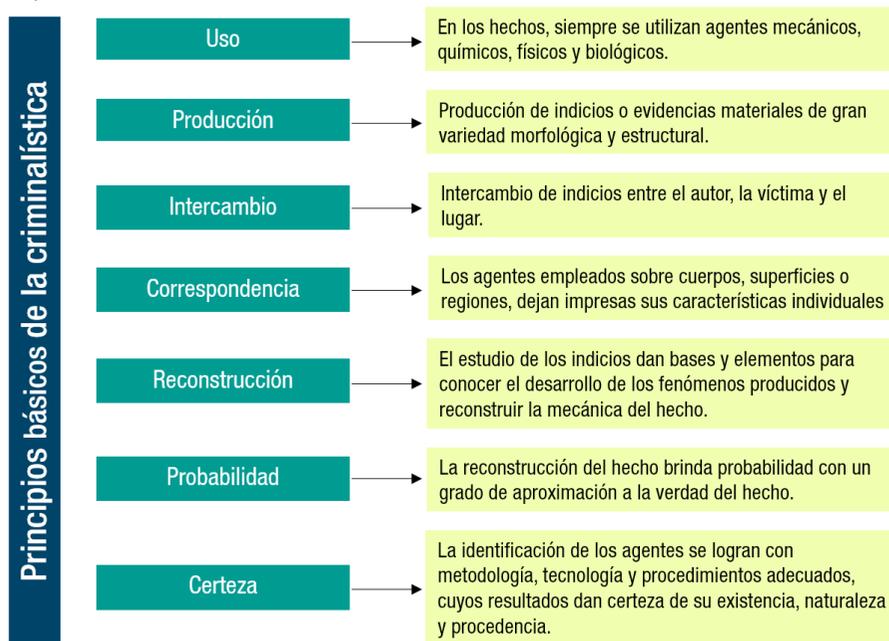
investigación dentro de un área particular de conocimiento, escrito desde una perspectiva puramente “narrativa” o con un enfoque sistemático o metaanalítico (Charabidze & Martín-Vega, 2021), que permitirá a los profesionales de policía, investigadores y estudiantes de veterinaria, criminalística o ciencias forenses, conocer herramientas interdisciplinarias potencialmente útiles. Las revisiones narrativas pueden encontrar su lugar en revistas académicas o en libros académicos colaborativos, mientras que las revisiones sistemáticas, que se desarrollan en torno a una pregunta de investigación, y que a menudo incluyen un metaanálisis de datos, son publicadas en revistas científicas.

A partir de lo anterior, se revisaron algunas definiciones con el propósito de encausar el contexto de la relación entre la criminalística y la detección canina. En tal sentido, la criminalística se define como una disciplina con conocimientos amplios y generales que se nutren de otras

ciencias, lo que explica su carácter dinámico, y le permite fortalecerse de nuevos conocimientos empíricos, sumado a que utiliza la tecnología para lograr su cometido (Durán et al., 2019; Ríos, 2019; Rodríguez-Monserrat & Ríos-Corbacho, 2020). La Real Academia Española (RAE, 2020) la define, como el “estudio de los indicios de un hecho criminal, con el fin de determinar todos los datos posibles relativos a la víctima o a las circunstancias del crimen”. En este sentido, en la criminalística de campo (Rankin-Turner et al., 2018) se levantan todos los indicios que puedan constituir evidencia, tanto de objetos como de restos de fluidos corporales (Ahannach et al., 2021), el olor de la descomposición humana (Oostra et al., 2020), el intervalo post-mortem (Dash & Das, 2020; Zhang et al., 2021), y olores que permanecen en la escena criminal (Ferry et al., 2019). La anterior disciplina se rige por principios básicos (figura 6) que contribuyen al análisis, descubrimiento, interpretación y esclarecimiento del hecho criminal (Montiel, 2017; Durán et al., 2019).

Figura 6
Principios básicos de la criminalística.

La Criminalística en sus tareas de investigación, aplica la metodología conveniente (científica, inductiva, deductiva, analítica, sintética, analógica) con el apoyo de siete principios estructurados y comprobados empíricamente.



Nota. Adaptado de Montiel, 2017; Durán, 2019.

■ Odorología criminalística

En la criminalística existen diferentes técnicas auxiliares que contribuyen a esclarecer el hecho; una de estas técnicas es la odorología, que puede conceptualizarse desde los

vocablos odoro (olor) y logia (ciencia lógica), como una ciencia que estudia el olor. Sin embargo, debido a las diferentes hipótesis sobre si es o no una ciencia, la odorología no pasa de ser una técnica criminalística, que en términos generales responde a la teoría y metodología criminalística

(Rodríguez & Ríos, 2020). Actualmente, en el Diccionario de la RAE, no se contempla el término “odorología”, sin embargo, existe y la aplican distintas unidades de policía científica (Giménez, 2015). A pesar de tener una importante proyección en el ámbito criminalístico, la técnica de la odorología está muy poco extendida. Si bien, es verdad que el olor es su objeto, cabe destacar que el elemento fundamental para lograr ese objetivo es el canino, por su amplio y desarrollado sentido del olfato (Kokocińska-Kusiak et al., 2021).

Marchal et al. (2016), mencionan que la identificación de olores humanos se basa en una tarea de emparejamiento con la muestra recolectada en el ambiente, superficies u objetos encontrados en la escena del crimen con la de un sospechoso y gracias a la perdurabilidad de la huella olorosa, permite su rápida identificación por un perro entrenado. Por su parte, Raymer et al. (2020) explican que la odorología es una técnica imprescindible para identificar huellas olorosas humanas e indicios biológicos de interés criminal, sumado al tiempo de ocurrida la muerte (Pittner et al., 2020) y a los elementos para ocultar el cuerpo, la ropa asociada o la envoltura empleada (Rojas-Guevara et al., 2020), especialmente al descubrir compuestos orgánicos volátiles asociados.

Huella de olor

La odorología forense se basa en la huella de olor que dejan los individuos en el ambiente, superficies u objetos (Prada, 2017). Además, es totalmente única en cada individuo y comparable a otros marcadores biológicos, debido a

que el olor humano se forma a partir de diversos compuestos independientes del sexo, edad o hábitos, posiblemente por factores como la transmisión genética, y las variaciones culturales y alimenticias (Prada et al., 2015).

El olor humano se forma a partir de diversos compuestos de excreción y secreción del metabolismo procedentes de la alimentación, de los genes, bacterias, enfermedades (García et al., 2020; Essler et al., 2021), e inclusive de la adrenalina segregada en estado de excitación nerviosa cuando se está dentro de la comisión de un ilícito (Aldous, 2019). A esto se agrega que, si al olor corporal se le adicionan sustancias como lociones, cosméticos, medicamentos, drogas y sustancias del medioambiente en el que se habita, incluidos los insectos (Matuszewski, 2021), se forma un olor humano único hasta después de la muerte (Guzmán, 2018). Es importante explicar que esta huella de olor humana es invisible, debido a que está formada por distintos compuestos, es por ello que, cualquier lugar donde el individuo toque, aunque utilice guantes para no dejar sus huellas, deja su olor. Además, está demostrado que es posible obtener dichas huellas de olor en cualquier superficie (madera, papel, cerámica, plástico, asfalto, líquidos, entre otros) (Brown et al., 2013; Brown, 2019), aun si no han sido preservadas. También en la práctica pericial se ha comprobado que se pueden obtener huellas olorosas de cadáveres, manchas hemáticas, orina, heces fecales, saliva, huellas dermatoscópicas y calzado (Giménez, 2015), sin embargo, existen factores a tener en cuenta en la obtención de la huella olorosa, como la degradación o dilución del olor en el ambiente y la interacción de los factores positivos o negativos (Ríos, 2019; Sonwani et al., 2020) (Figura 7).

Figura 7
Factores que influyen en la obtención de la huella olorosa



Nota. Adaptado de Ríos, 2019; Sonwani, 2020.

■ Caninos detectores de olores humanos

Los caninos tienen el sentido olfativo tan desarrollado que les permite reconocer numerosos olores (Prada-Tiedemann, et al., 2020) presentes de manera residual, debido a factores como genes específicos hasta la cantidad de receptores olfativos, que hacen que su olfato sea muy superior al de otras especies (Castellví, 2019), estimándose en 10.000 veces más sensitivo que el de los humanos (Isaiah et al., 2017). Asimismo, el canino tiene la capacidad de oler Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), los cuales viajan a través del aire, cuando emplea el olfateo (disrupción del patrón normal de respiración) con el fin de maximizar la detección de olores (Márquez, 2014). Además, desde el punto de vista forense de la odorología, por tratarse del detector de olores más eficaz que existe actualmente, el canino puede considerarse como la mejor arma en la lucha contra el crimen (Lazarowski et al., 2021).

Por lo tanto, las diferentes organizaciones, grupos de investigación, policías, militares o fuerzas del orden, deben mejorar el proceso de selección de los perros, pues está sería la clave para optimizar la forma de invertir los recursos. También deberían aumentar la cantidad de caninos de trabajo disponibles, sin olvidar la importancia de mejorar el bienestar de estos, para maximizar los resultados operacionales (Prada-Tiedemann et al., 2019; Bray et al., 2021). En la selección es especialmente importante tener en cuenta las nuevas técnicas para buscar el olor (Jiang & Gao, 2020), y entenderlas en cada contexto animal o biológico (Prada & Furton, 2018; Essler et al., 2021), incluidas las pruebas en escenarios criminales.

Para lograr el adiestramiento de los caninos, la Policía Nacional de Colombia (PNC) cuenta con la “Guía para el entrenamiento de caninos al servicio de la Policía Nacional”, cuyo objetivo es contribuir con labores preventivas y de control, tanto en terminales aéreas, marítimas y terrestres, como en la seguridad de espectáculos públicos o de personas que requieren de protección especial. Además, en zonas urbanas como rurales, los perros hacen un aporte significativo en diferentes labores humanitarias y sociales que ayudan a mejorar la calidad de vida en la sociedad (Policía Nacional, 2011), al desempeñarse en modalidades que responden a efectos y causas sociales específicas (Figura 8).

En Colombia, en el grupo de caninos detectores de olores humanos se encuentran los caninos detectores de cadáveres, que tienen la finalidad de apoyar en la búsqueda y localización de cadáveres, restos óseos y tejidos blandos.

Lo anterior, debido a que encontrar los cadáveres es esencial, pues de ello depende el avance en las investigaciones judiciales, así como el satisfacer la necesidad que tienen los dolientes de encontrar a sus allegados o familiares desaparecidos (Policía Nacional, 2008). Es importante resaltar que los perros detectores de restos humanos (HRD, por sus siglas en inglés), también conocidos como perros de cadáveres, son entrenados para localizar el olor de la descomposición humana y alertar a su manejador sobre su ubicación (Rebman et al., 2000).

Los caninos pueden detectar este olor en varias condiciones de importancia forense, en la mayoría de los casos buscan cadáveres recientes (aun así estos carezcan de algún signo externo de descomposición), sin embargo, gracias a que los perros entrenados pueden encontrar fluidos corporales o tejidos en descomposición, están en capacidad de realizar búsquedas de secciones anatómicas y productos de la descomposición humana como restos de esqueletos, fluidos corporales, e incluso pueden identificar objetos que entren en contacto con cadáveres (Rojas-Guevara et al., 2020).

Como se explicó, el olor liberado por los cadáveres puede ser detectado por los caninos debido a los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) característicos de cada etapa de descomposición humana, esto representa un gran desafío pues la descomposición no es un evento único (Furton et al., 2015), ya que pasa por cinco etapas denominadas en su orden de aparición: fresca, hinchazón, descomposición activa, putrefacción y, dependiendo de las condiciones ambientales, puede llegar a la momificación o esquelitización, etapa en la cual los restos se caracterizan por diferentes mezclas de compuestos volátiles (Greibenkemper, et al., 2021).

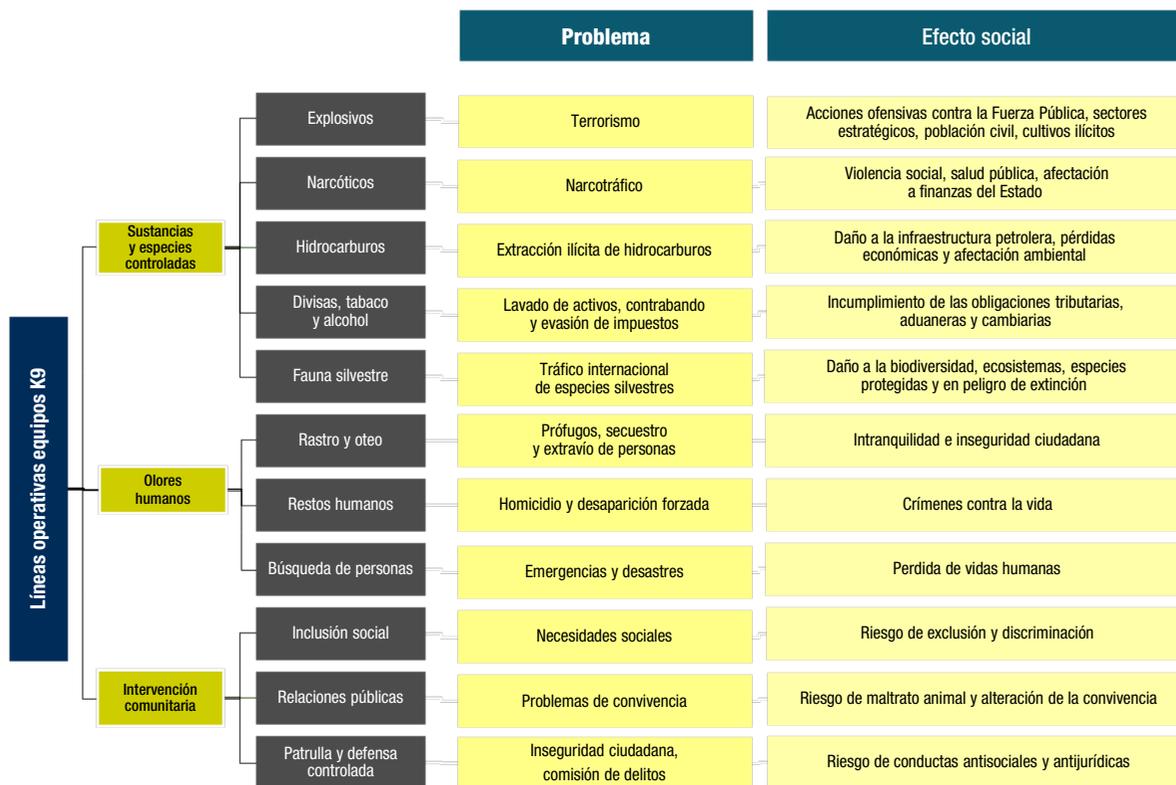
Un estudio realizado por DeGreff y Furton (2011) demostró que existen COV comunes, presentes tanto en humanos vivos como en cadáveres, sin embargo, se identificaron más COV a partir de los cadáveres. Además, en el olor de individuos vivos se observaron diferencias entre sujetos, por el contrario, en el olor de cadáveres existe menor variación, lo que significa un olor más generalizado. De la misma manera, los caninos detectores de cadáveres pueden realizar búsqueda de restos biológicos, y es habitual que, en situaciones lesivas traumáticas, exista un elemento en común que es característico: la sangre (Ríos, 2019), la cual es considerada en cierto modo el “motor” principal de la criminalística, por lo que es referida como un indicio importante en el delito (Smith et al., 2020). Además de

la sangre, el cuerpo segrega otras sustancias como las células epiteliales (piel), del tracto digestivo y respiratorio, sudor, folículos pilosos, secreciones de las glándulas sebáceas, apocrinas y ecrinas (localizadas especialmente en la base del cabello, frente, palmas de las manos, plantas de los pies y axilas) secreciones urinarias y anales, saliva, mucosidades y microorganismos. Todas estas sustancias son expulsadas continuamente por el cuerpo y dejadas continuamente en el ambiente (Belchi, 2011; Jendry et al., 2021).

Los caninos pueden recibir adiestramiento con ayudas que imiten olor a cadáver humano (Martin et al., 2020). Además, las fuentes de olor para adiestrar perros detecto-

res pueden ser: cadáveres o secciones de cerdos en diversos niveles de descomposición (Irish et al., 2019), sangre humana, fluidos corporales, pseudosustancias y cadáveres humanos (Rust et al., 2016). Aunque esto último es lo ideal, es la forma más compleja por cuestiones legales, éticas y morales (Varlet et al., 2020). Algunas ayudas para la asociación de dicho olor están disponibles en el mercado, pero se ha demostrado que no representan el olor de un cadáver real en descomposición por numerosos factores, tanto bióticos (e.g., naturaleza de los tejidos, especies animales, insectos y microorganismos) como abióticos (e.g., humedad, temperatura, lugar de muerte) que afectan el olor y los COV de un cadáver (Martin et al., 2020).

Figura 8
Líneas operativas de los equipos caninos (k9), modalidades del servicio, causas y efectos sociales empleados por la Policía Nacional de Colombia.



El canino en el escenario criminal

De acuerdo con (DeGreeff & Furton, 2011; Martin et al., 2020), los caninos detectores de cadáveres son utilizados por las fuerzas del orden en diversos contextos, escenarios y entornos, incluso en homicidios, desastres naturales o provocados por el hombre, y en incendios (Migala & Brown, 2012), para localizar cadáveres

humanos, partes del cuerpo o fluidos, basándose en el olor producido en su proceso de descomposición en tierra como agua (Alexander et al., 2015). Además, en las escenas del crimen abiertas (al aire libre), si tienen un entrenamiento adecuado, los caninos pueden ser los encargados de localizar muestras después de días, semanas o meses (Chilcote et al., 2018), sin embargo, para poder localizarlos es importante considerar

factores ambientales, sociales y de tiempo, los cuales influyen en su desempeño, debido a variables que tienen un mayor impacto en la criminalística del olor, especialmente cuando no se pueden controlar por completo (Rojas-Guevara et al., 2021).

Los caninos se utilizan en el contexto forense en diversos países del mundo, y aunque su desarrollo es diferente en cada país, todos emplean un método similar de esta técnica; sin embargo, únicamente en países como Argentina, Holanda, Cuba, Polonia, Francia, Alemania y Hungría los utilizan como herramienta fundamental en la práctica del peritaje odorológico, con el objetivo de recolectar indicios suficientes para apoyar el proceso penal (Ríos, 2019; Martín et al., 2020).

En Colombia este método no se emplea con regularidad, ya que solo lo utilizan algunos investigadores de la Fiscalía General de la Nación y la Policía Nacional de Colombia, en casos relevantes o en el desarrollo de operaciones para ubicar restos humanos (Vass et al., 2008), en situaciones de personas desaparecidas (Salado Puerto et al., 2021; Mansegosa et al., 2021a), ocultamiento de cuerpos en homicidios o investigación criminal de eventos que salen a la luz pública y necesitan una solución rápida y eficaz.

La Policía Nacional de Colombia (PNC) inició el adiestramiento de caninos detectores de restos humanos en el 2007 (Rojas-Guevara et al., 2021), bajo un proyecto de investigación titulado: “Protocolo de Adiestramiento Canino para la búsqueda de restos óseos humanos en fosas”, que llevó a la participación de un canino en un operativo de búsqueda ese mismo año (Policía Nacional de Colombia, 2008). A pesar de su eficacia, en el Manual Único de Policía Judicial y Manual del Sistema de Cadena de Custodia de la Fiscalía General de la Nación (2018), solo se menciona que el servicio de criminalística de campo es desempeñado por servidores públicos de la PNC y del Cuerpo Técnico de la FGN, y no se encuentra alusión al uso de binomios caninos para la búsqueda y rastro en el trabajo rutinario, no obstante, los caninos se utilizan en estos contextos como una colaboración operacional de grupos interdisciplinarios (Rojas-Guevara et al., 2021).

■ Discusión

La odorología criminalística hace parte de la criminalística, está dentro del ámbito auxiliar del derecho penal, y es empleada como una técnica que ayuda a los operadores

de justicia a la hora de resolver crímenes (Mansegosa et al., 2021b). En este sentido, el inicio del peritaje odorológico debe ser determinado por el órgano de justicia responsable de resolverlo, mediante previa solicitud vía ley, donde luego se registraría e iniciaría el procedimiento de configuración del binomio canino que estaría a cargo del peritaje, desde la búsqueda hasta la exposición de los resultados en el juicio oral, lo que favorecería la convicción judicial (Evet, 2015).

El debate en cuanto a la odorología criminalística se centra en la validez jurídica y legal del proceso penal (Ríos 2019), dado que la inadmisibilidad de la prueba que utiliza caninos detectores se basa en los pocos fundamentos doctrinales y en reflexiones científicas y sociales afines, por ello el desconocimiento del sector judicial y del derecho sobre los fundamentos científicos de esta técnica, por lo tanto no comprende sus alcances y desconoce los procedimientos estandarizados en el adiestramiento de caninos detectores de cadáveres (Lasseter et al., 2003; Jezierski et al., 2016; Rendine et al., 2019). A pesar de su utilización por policías de todo el mundo en la investigación criminal (Sonwani et al., 2020), son pocos los estudios que soportan la efectividad de los caninos, especialmente en escenarios donde existen elementos materiales probatorios en delitos como el homicidio, la desaparición forzada y otras amenazas asociadas (Rojas-Guevara et al., 2021).

También se discute la procedencia de los insumos biológicos o sustancias controladas para el entrenamiento de perros detectores de restos humanos, por ser los cadáveres humanos la fuente de olor ideal (Matuszewski et al., 2021); sin embargo, obtener una población de muestreo humana para un banco de olor a medida que los restos se descomponen es difícil, debido a preocupaciones éticas, morales y a limitantes legales (Bach, 2016; Furton et al., 2015). Por esta razón, los cerdos (*sus scrofa*) se convierten en modelos ampliamente utilizados en ciencia forense.

Como plantean (Belchi, 2011; Dilkie et al., 2017; Rojas-Guevara et al., 2021), del rastro a la odorología existe solo un pequeño salto técnico, que se encuentra bajo los protocolos de extracción y calidad de la muestra, los procesos de recogida, almacenamiento en el banco de olor (Guest et al., 2020), y la gestión durante el desarrollo del acto pericial; por lo que la admisibilidad de la prueba en el ámbito de la justicia, dependería también del cómo se hayan realizado dichos procesos y del correcto cumplimiento de la Cadena de Custodia. Sin embargo, este es un camino que puede contribuir a que el futuro de la

odorología forense como técnica con caninos sea válida, confiable y posiblemente se fortalezca con la implementación de sitios adecuados para el estudio controlado del olor humano (Williams et al., 2019).

■ Conclusiones

Los caninos detectores de cadáveres son una herramienta valiosa, eficiente y confiable en la investigación en escenarios criminales, ya que pueden detectar y localizar con alta sensibilidad un olor biológico humano a partir de distintas variantes en la escena del crimen, lo que reduce significativamente la mano de obra, los costos y el tiempo en el proceso de búsqueda.

Para el adiestramiento de caninos con restos humanos es necesario establecer convenios con institutos de medicina legal, centros de investigación o entidades autorizadas para el manejo de los mismos, con el propósito de cumplir con los requisitos que ordena la ley. Además, por numerosos factores tanto bióticos como abióticos, las pseudosustancias no reemplazan el uso de restos humanos en el proceso de garantizar caninos efectivos. Asimismo, sin importar el origen, la obtención de muestras humanas requiere tener buenas prácticas para la adquisición, administración y disposición final de los materiales.

La PNC cuenta con una guía de entrenamiento y servicio de caninos detectores, sin embargo, es necesario continuar y apoyar las investigaciones forenses, ajustar los protocolos propuestos, e incluso proponer un protocolo de actuación ante el "Comité Interinstitucional de Criminalística" para su aceptación como técnica, así como también reevaluar los protocolos de extracción, almacenamiento de muestras y gestión del desarrollo del acto pericial con perros que conlleven a una certificación y validez probatoria dentro del proceso penal. Es decir, si se quiere utilizar de manera operativa a los animales en el campo forense, es necesario estudiar las diferentes técnicas, lo que incluye corroborar datos y cifras de las búsquedas, así como la experiencia de expertos en el tema. También es indispensable realizar una investigación enfocada en la creación de un trabajo protocolizado y bajo estándares comunes entre el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, la Fiscalía General de la Nación y la Policía de Colombia.

En este orden de ideas, el guía canino debe tener conocimientos sobre criminalística de campo, conocer las distintas disciplinas asociadas a las ciencias forenses,

especialmente los factores que influyen en la búsqueda como la temperatura, humedad, el tipo de suelo y la ubicación, y la necesidad de binomios físicamente resistentes y con un foco hacia el olor blanco más expedito.

Finalmente, posterior al análisis es relevante mencionar que ahora más que nunca cobra importancia la generación de nuevo conocimiento por parte de los investigadores colombianos en materia de detección de cadáveres, secciones anatómicas y fluidos corporales, dado que los índices de criminalidad que se ponen de manifiesto en el país, ameritan que los cuerpos de seguridad tengan la mejor preparación técnica y profesional en el área, de manera que su labor sea cada vez más efectiva, eficiente, y con una trazabilidad cuando se realizan investigaciones criminales, estudios forenses y peritajes criminales. En tal sentido, este artículo es un punto de partida para ajustar los protocolos y estándares, y afianzar los estudios de victimología, especialmente en aquellos lugares donde continúan los homicidios, la desaparición forzada y los delitos sexuales, lo que implica una responsabilidad ética y científica sobre los elementos materiales probatorios, especialmente en el campo de los perros de trabajo.

■ Ventajas y limitaciones

Cuantificar el desempeño de los equipos caninos frente a la investigación criminal continúa siendo un desafío, especialmente en Colombia, donde existen pocos estudios criminalísticos con enfoque científico o técnico sobre el tema. Asimismo, las condiciones ambientales no controladas durante las operaciones reales para encontrar cadáveres o elementos materiales probatorios, requieren de un trabajo de campo empírico, lo cual es una limitante desde el punto de vista logístico. Además, la efectividad de dichos binomios presenta restricciones relacionadas con los factores ambientales y con el tipo de terreno, además, aunque se cuenta con un porcentaje alto de control del equipo canino, no así de la situación durante el registro del binomio. Lo anterior conlleva a situaciones que están supeditadas a la operación en terreno, y en algunas ocasiones no se puede controlar el diseño experimental de laboratorio. Los resultados indican un punto de partida para actualizar los protocolos y mejorar los estándares de países como Colombia, con dinámicas delictivas complejas.

Los factores biológicos se relacionan con el hecho de que el perro no es un sensor electrónico o mecánico en el

que se pueda confiar para que realice las mismas características en una gran cantidad de pruebas. En pocas palabras, a veces los caninos tienen “días malos” o pueden fallar un objetivo por una razón desconocida. Podría decirse que los factores ambientales tienen un mayor impacto al realizar investigaciones sobre la detección de olores, especialmente cuando no se pueden controlar por completo todas las variables. Es razonable suponer que la dirección y velocidad del viento, la humedad y la temperatura tienen un impacto en la forma en que el olor se mueve por el aire, lo que significa que cualquier falla puede ser atribuible a una falta de olor constante en lugar de un error de detección. Los resultados de este estudio muestran que aún siguen persistiendo personas desaparecidas en sectores aislados de la geografía colombiana y varios crímenes están sin resolver, debido a los lugares apartados de difícil acceso, donde los grupos armados organizados residuales (GAOR) aún tienen el control del comercio ilegal de drogas, una realidad que afecta las diversas estrategias utilizadas por la PNC para el abordaje del fenómeno del homicidio y la desaparición de personas.

■ Conflicto de intereses y financiación

Este artículo, forma parte de una investigación amplia, en la que los autores declaran no tener conflictos de intereses, financiada por la Policía Nacional de Colombia, y los proyectos son: (a) estrategia pedagógica para la formación integral de equipos caninos en la esfera de la seguridad y la defensa, a cargo del estudiante de maestría en Educación de la Universidad Militar Nueva Granada; y, (b) olor residual de cadáveres y su detección por equipos k9, un trabajo colaborativo entre la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL, la Universidad Nacional de Cuyo, el director e integrantes del grupo de investigación: “Olfateando el conocimiento” de la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino PONAL-ESGAC, grupo LAC: COL0064351, que hace parte de la estrategia para reducir los delitos asociados al homicidio y desaparición de personas e impactar la seguridad urbana y rural en el posconflicto.

Las opiniones expresadas en este artículo son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura de la Policía Nacional de Colombia o de las otras instituciones participantes.

■ Referencias

- Alexander, M. B., Hodges, T. K., Bytheway, J., & Aitkenhead-Peterson, J. A. (2015). Application of soil in forensic science: residual odor and HRD dogs. *Forensic Science International* 249, 304-313. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.01.025>
- Aldous, P. (2019). *The golden state killer case has spawned a new forensic science industry*, BuzzFeed News. <https://www.buzzfeednews.com/article/peteraldous/genetic-genealogy-dna-business-parabon-bode>
- Ahannach, S., Spacova, I., Decorte, R., Jehaes, E., & Lebeer, S. (2021). At the interface of life and death: post-mortem and other applications of vaginal, skin, and salivary microbiome analysis in forensics. *Frontiers in Microbiology*, 12, 694447. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.694447>
- Arráez, M., Calles, J., & Moreno de Tovar, L. (2006). La hermenéutica: una actividad interpretativa. *Sapiens*, 7(2), 171-181.
- Bach, M. C. (2016). Still Human: a call for increased focus on ethical standards in cadaver research. *HEC Forum: an Interdisciplinary Journal on Hospitals' Ethical and Legal Issues*, 28(4), 355-367. <https://doi.org/10.1007/s10730-016-9309-9>
- Belchi, C. (2011). *Odorología forense*. (Trabajo de Master). Universidad Autónoma de Barcelona, Escuela de Prevención y Seguridad Integral.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. 3ª edición. Pearson.
- Bonilla-Castro, E., & Rodríguez, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales*. Editorial Norma. <https://laboratoriociudadut.files.wordpress.com/2018/05/mas-alla-del-dilema-de-los-metodos.pdf>.
- Bray, E. E., Otto, C. M., Udell, M., Hall, N. J., Johnston, A. M., & MacLean, E. L. (2021). Enhancing the selection and performance of working dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 644431. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.644431>
- Brown, J., Prada, P., Curran, A., & Furton, K. (2013). Applicability of emanating volatile organic compounds from various forensic specimens for individual differentiation. *Forensic Science International*, 226, 173-182.
- Brown T. R. (2019). Why we fear genetic informants: using genetic genealogy to catch serial killers. *The Columbia Science and Technology Law Review*, 21(1), 114-181.

- Cárcamo, H. (2005). Hermenéutica y análisis cualitativo. *Cinta Moebio*, 23, 204-216. <https://revistade-rechoeconomico.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/26081/27386>
- Castellví, J. (2019). Effectiveness in dog detection in the military: proposal for an evaluation standard. *Sanidad Militar*, 75(2), 98-101. <https://doi.org/10.4321/s1887-85712019000100007>
- Castro, A., & Pérez, M. (2018). *La validez de la prueba científica en el ordenamiento jurídico penal colombiano*. (Tesis de pregrado). https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7467/1/2018_validez_prueba_cientifica.pdf
- Charabidze, D., & Martín-Vega, D. (2021). Looking back to move forward: how review articles could boost forensic entomology. *Insects*, 12(7), 648. <https://doi.org/10.3390/insects12070648>
- Chilcote, B., Rust, L., Nizio, K. D., & Forbes, S. L. (2018). Profiling the scent of weathered training aids for blood-detection dogs. *Science & Justice: Journal of the Forensic Science Society*, 58(2), 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2017.11.006>
- Chopin, J., & Beaugard, E. (2019a). Sexual Homicide: a Criminological Perspective. *Current Psychiatry Reports*, 21(12), 120. <https://doi.org/10.1007/s11920-019-1107-z>
- Chopin, J., & Beaugard, E. (2019b). The Sexual Murderer Is a Distinct Type of Offender. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 63(9), 1597-1620. <https://doi.org/10.1177/0306624X18817445>
- Dash, H. R., & Das, S. (2020). Thanatomicrobiome and epinecrotic community signatures for estimation of post-mortem time interval in human cadaver. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(22), 9497-9512. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10922-3>
- DeGreeff, L. E., & Furton, K. G. (2011). Collection and identification of human remains volatiles by non-contact, dynamic airflow sampling and SPME-GC/MS using various sorbent materials. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 401(4), 1295-1307. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5167-0>
- Dilkie, N. A., & Veniot, B. J. (2017). Human remains detection: validity of RCMP dog training using donated human remains through the Nova Scotia Medical Examiner Service. *Journal of Forensic Identification*, 67(4), 498-518.
- Durán, A., Barrezueta, C., & Vivala, W. (2019). La naturaleza de la criminalística y sus disciplinas. *Conference Proceedings UTMACH*, 3(1), 276-286.
- Essler, J. L., Kane, S. A., Nolan, P., Akaho, E. H., Berna, A. Z., DeAngelo, A., Berk, R. A., Kaynaroglu, P., Plymouth, V. L., Frank, I. D., Weiss, S. R., Odom John, A. R., & Otto, C. M. (2021). Discrimination of SARS-CoV-2 infected patient samples by detection dogs: a proof of concept study. *PLoS One*, 16(4), e0250158. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250158>
- Evetts, I. (2015). The logical foundations of forensic science: towards reliable knowledge. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1674):20140263. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0263>
- Fernández, S. (2017). El delito como Identidad social. *La Razón Histórica: Revista hispanoamericana de Historia de las Ideas*, 35, 1989-2659. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6329420>
- Ferry, B., Ensminger, J., Schoon, A., Bobrovskije, Z., Cant, D., Gawkowski, M., Hormila, I., Kos, P., Less, F., Rodionova, E., Sulimov, K., Woidtke, L., & Jezierski, T. (2019). Scent lineups compared across eleven countries: looking for the future of a controversial forensic technique. *Forensic Science International*, 302, 109895. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109895>
- Fiscalía General de la Nación. (2018). *Manual único de policía judicial y Manual del sistema de cadena de custodia*. <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/MANUAL-DEL-SISTEMA-DE-CADENA-DE-CUSTODIA.pdf>
- Furton, K. G., Caraballo, N. I., Cerreta, M. M., & Holness, H. K. (2015). Advances in the use of odour as forensic evidence through optimizing and standardizing instruments and canines. *Biological Sciences*, 370(1674), 20140262. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0262>
- García-Peñalvo, F. J. (2017). *Revisión sistemática de literatura para artículos*. Seminario impartido en el Tecnológico de Monterrey (México) 25 de enero de 2017. <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/756>
- García, M. G., Pérez-Cárceles, M. D., Osuna, E., & Legaz, I. (2020). Impact of the human microbiome in forensic sciences: a systematic review. *Applied and Environmental Microbiology*, 86(22), e01451-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.01451-20>
- Geberth, V. J. (1996). *Practical Homicide Investigation: Tactics, Procedures, and Techniques*. CRC Press. Taylors and Francis Group.

- Giménez, A. (2015). La odorología forense en el ámbito jurídico *Revista Skopein*, 10, 80-95 <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/74>
- Grebenkemper, J., Morris, A., Byrd, B., & Engbring, L. (2021). Applying canine detection in support of collaborative archaeology. *Advances in Archaeological Practice*, 9(3), 226-237. <https://doi.org/10.1017/aap.2021.12>
- Guerrero, M. A. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Guest, C. M., Harris, R., Anjum, I., Concha, A. R., & Rooney, N. J. (2020). A lesson in standardization - subtle aspects of the processing of samples can greatly affect dogs' learning. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 525. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.00525/full>
- Guirao-Goris, G., Olmedo, A., & Ferrer, E. (2008). El artículo de revisión. *Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria*, 1(1), 1-25.
- Guirao-Goris, G. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2). <https://doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Guzmán, J. (2018). *Diagnóstico del proceso de trabajo con las huellas olorosas en el lugar del hecho en la criminalística de la provincia de Ciego de Ávila en el período 2016-2017* (Tesis doctoral), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Derecho.
- Hall, N. J., Johnston, A. M., Bray, E. E., Otto, C. M., MacLean, E. L., & Udell, M. (2021). Working dog training for the twenty-first century. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 646022. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.646022>
- Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (eds.). (2019). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. John Wiley & Sons.
- Irish, L., Rennie, S., Parkes, G., & Williams, A. (2019). Identification of decomposition volatile organic compounds from surface-deposited and submerged porcine remains. *Science & Justice*, 59(5), 503-515. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2019.03.007>
- Isaiah, A., Hoffmann, A., Kelley, R., Mundell, P., Steiner, J., & Suchodolski, J. (2017). Characterization of the nasal and oral microbiota of detection dogs. *PLoS One*, 12(9), e0184899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184899>
- Jendryn, P., Twele, F., Meller, S., Schulz, C., von Köckritz-Blickwede, M., Eras A. D. M., Ebbers, H., Ebbers, J., Pilchová, V., Pink, I., Welte, T., Manns, M., Fathi, A., Addo, M. M., Ernst, Ch., Schäfer, W., Engels, J., Petrov, A., Marquart, K., Schotte, U., Schalke E., & Volk H. A. (2021). Scent dog identification of SARS-CoV-2 infections in different body fluids. *BMC Infectious Diseases*, 21, 707. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06411-1>.
- Jeziarski, T., Ensminger, J., & Papet, L. (Ed). (2016). *Canine Olfaction Science and Law. Advances in Forensic Science, Medicine, Conservation, and Environmental Remediation*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Jiang, W., & Gao, D. (2020). Five typical stench detection using an electronic nose. *Sensors*, 20(9), 2514. <https://doi.org/10.3390/s20092514>
- Kamaluddin, M. R., Mahat, N. A., Mat Saat, G. A., Othman, A., Anthony, I. L., Kumar, S., Wahab, S., Meyappan, S., Rathakrishnan, B., & Ibrahim, F. (2021). The psychology of murder concealment acts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3113. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063113>
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7-15.
- Kokocińska-Kusiak, A., Woszczyło, M., Zybala, M., Maciocha, J., Barłowska, K., & Dzińcioł, M. (2021). Canine olfaction: physiology, behavior, and possibilities for practical applications. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 11(8), 2463. <https://doi.org/10.3390/ani11082463>
- Komar, D. (1999). The use of cadaver dogs in locating scattered, scavenged human remains: preliminary field test results. *Journal of Forensic Sciences*, 44(2), 405-408.
- Lasseter, A. E., Jacobi, K. P., Farley, R., & Hensel, L. (2003). Cadaver dog and handler team capabilities in the recovery of buried human remains in the southeastern United States. *Journal of Forensic Sciences*, 48(3), 617-621.
- Lazarowski, L., Waggoner, P., Hutchings, B., Angle, C., & Porritt, F. (2021). Maintaining long-term odor memory and detection performance in dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 238, 105301. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105301>
- Mann, H., Garcia-Rada, X., Hornuf, L., & Tafurt, J. (2016). What deters crime? Comparing the effectiveness of legal, social, and internal sanctions across countries. *Frontiers in Psychology*, 7, 85. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00085>

- Mansegosa, D., Giannotti, P., Marchiori, J. I., Jofré, F., Aballay, F., & Fernandez, C. (2021a). The story of a homicide: The location, exhumation, and multidisciplinary analysis of a clandestine burial. *Forensic Science International: Reports*, 3, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100165>
- Mansegosa, D., Giannotti, P., Marchiori, J., & Aisa, C. (2021b). Antropología Forense en el Cuerpo Médico Forense y Criminalístico de Mendoza (Argentina): rol y compromiso humanitario. *Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense*, 4(2), 40.
- Marchal, S., Bregeras, O., Puaux, D., Gervais, R., & Ferry, B. (2016). Rigorous Training of Dogs Leads to High Accuracy in Human Scent Matching-To-Sample Performance. *PLoS One*, 11(2), e0146963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146963>.
- Márquez, J. R. (2014). Cómo funciona el olfato del perro. *Revista Unidad K9*, 1, 25-26. <https://es.calameo.com/books/0036396812ba63519f0b4>
- Martin, C., Diederich, C., & Verheggen, F. (2020). Cadaver dogs and the deathly hallows-a survey and literature review on selection and training procedure. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 10(7), 1219. <https://doi.org/10.3390/ani10071219>
- Matuszewski, S., Hall, M. J. R., Moreau, G., Schoenly, K., Tarone, A. M., & Villet, M. (2020). Pigs vs people: the use of pigs as analogues for humans in forensic entomology and taphonomy research. *International Journal of Legal Medicine*, 134, 793-810 <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02074-5>
- Matuszewski S. (2021). Post-mortem interval estimation based on insect evidence: current challenges. *Insects*, 12(4), 314. <https://doi.org/10.3390/insects12040314>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodX*, 7, 100777.
- Migala, A. F., & Brown, S. E. (2012). Use of human remains detection dogs for wide area search after wildfire: a new experience for texas task force 1 search and rescue resources. *Wilderness & Environmental Medicine*, 23(4), 337-342. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2012.05.005>
- Montiel, J. (2017). El método científico y la criminalística. En *Criminalística 2* (17-29). Limusa. <https://idoc.pub/documents/criminalistica-2-montielpdf-qn85o3qronk1>.
- Norza, E., Molano, A., Harker, A., & Buitrago, J. (2019). Trayectorias de la violencia homicida y desempeño estatal en Colombia. *Colombia Internacional*, 101, 91-120. <https://doi.org/10.7440/colombiaint101.2020.04>
- Oostra, R. J., Gelderman, T., Groen, W., Uiterdijk, H. G., Cammeraat, E., Krap, T., Wilk, L. S., Lüschen, M., Morriën, W. E., Wobben, F., Duijst, W., & Aalders, M. (2020). Amsterdam Research Initiative for Sub-surface Taphonomy and Anthropology (ARISTA) - A taphonomic research facility in the Netherlands for the study of human remains. *Forensic Science International*, 317, 110483. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110483>
- Peracchia, S., & Curcio, G. (2018). Exposure to video games: effects on sleep and on post-sleep cognitive abilities. A systematic review of experimental evidences. *Sleep Science (Sao Paulo, Brazil)*, 11(4), 302-314. <https://sleepscience.org.br/related-content/529/en-US>
- Pittner, S., Bugelli, V., Benbow, M. E., Ehrenfellner, B., Zissler, A., Campobasso, C. P., Oostra, R. J., Aalders, M., Zehner, R., Lutz, L., Monticelli, F. C., Staufer, C., Helm, K., Pinchi, V., Receveur, J. P., Geißenberger, J., Steinbacher, P., & Amendt, J. (2020). The applicability of forensic time since death estimation methods for buried bodies in advanced decomposition stages. *PLoS One*, 15(12), e0243395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243395>
- Policía Nacional de Colombia. (2008). Protocolo de adiestramiento canino para la búsqueda de restos óseos humanos en fosas. *Revista Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander (EC-SAN)*, 119(2).
- Policía Nacional de Colombia. (2011). *Guía para el entrenamiento de caninos al servicio de la Policía Nacional*. <https://docplayer.es/34684912-Guia-para-el-entrenamiento-de-caninos-al-servicio-de-la-policia-nacional.html>
- Prada, P. A., Curran, A., & Furton, K. G. (2015). *Human Scent Evidence*. CRC Press.
- Prada, P. A. (2017). La odorología forense: perspectivas químicas en un ámbito canino. *Revista Unidad K-9*, 7, 18-20.
- Prada, P. A., & Furton, K. G. (2018). Birds and dogs: toward a comparative perspective on odor use and detection. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 188. <https://doi.org/10.22335/rlct.978-958-52080-7-0>
- Prada-Tiedemann, P. A., Rojas-Guevara, J. U., Bohórquez, G. A.; Ochoa-Torres, M. X., & Córdoba-Parra, J. D. (2019). *Los equipos caninos policiales: importan-*

- cia de los criterios de selección, entrenamiento, certificación y rendimiento. Policía Nacional. <https://doi.org/10.22335/rlct.978-958-52080-7-0>
- Prada-Tiedemann, P. A., Ochoa-Torres, M., Rojas-Guevara, J., & Bohórquez, G. (2020). Incidencia de la discriminación de olor en el entrenamiento de los equipos caninos detectores de sustancias: impacto de su evaluación para la certificación final. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 12(1) 31-44. <https://doi.org/10.22335/rlct.v12i1.1003>
- Pringle, J. K., Stimpson, I. G., Wisniewski, K. D., Heaton, V., Davenward, B., Mirosch, N., Spencer, F., & Jervis, J. R. (2020). Geophysical monitoring of simulated homicide burials for forensic investigations. *Scientific Reports*, 10(1), 7544. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64262-3>
- Raymer, E., Rojas-Guevara, J., & Prada-Tiedemann, P. (2020). Decomposition residual odor volatiles in soil from a West Texas Environment. *Revista Criminalidad*, 62(3): 79-101.
- Rahim, M., Syariani, N., & Ayu, G. (2014). Epidemiological profiles of murders and murder victims in Peninsular Malaysia from 2007 to 2011 a reported by a newspaper. *IOSR Journal of Humanites and Social Science*, 19(7), 73–81. <https://doi.org/10.9790/0837-19747381>
- Rankin-Turner, S., Turner, M. A., Kelly, P. F., King, R., & Reynolds, J. C. (2018). Transforming presumptive forensic testing: in situ identification and age estimation of human bodily fluids. *Chemical Science*, 10(4), 1064-1069. <https://doi.org/10.1039/c8sc04133d>
- Real Academia Española (RAE). (2020). Criminalística. En *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/criminal%C3%ADstica?m=form>
- Rebmann, A., & David, E. (2000). *Cadaver dog handbook: forensic training and tactics for the recovery of human remains*. CRC Press.
- Rendine, M., Fiore, C., Bertozzi, G., De Carlo, D., Filetti, V., Fortarezza, P., & Riezzo, I. (2019). Decomposing human blood: canine detection odor signature and volatile organic compounds. *Journal of Forensic Sciences*, 64(2), 587-592. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13901>
- Riezzo, I., Neri, M., Rendine, M., Bellifemina, A., Cantatore, S., Fiore, C., & Turillazzi, E. (2014). Cadaver dogs: Unscientific myth or reliable biological devices? *Forensic Science International*, 244, 213-221.
- Ríos, J. M. (2019). Perros de policía científica: la odorología forense en la criminalística. *Revista Electrónica de Criminología*, 1(3), 1-27.
- Rodríguez Monserrat, M., & Ríos Corbacho, J. M. (2020). La odorología forense como indicio de prueba en el proceso penal. *Nuevo Foro Penal*, 16(95), 67-91. <https://doi.org/10.17230/nfp16.95.3>
- Rojas-Guevara, J. U., Prada-Tiedemann, P. A., Titus, K., Córdoba-Parra, J. D., & Bohórquez, G. A. (2020). *Estudios forenses con análogos humanos: evaluación de la descomposición y búsqueda del olor residual con caninos*. Policía Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.22335/EDNE.10>
- Rojas-Guevara, J. U., Córdoba Parra, J. D., Bohórquez, G. A., Vega-Contreras, R. A., & Prada-Tiedemann, P. A. (2021). El papel de los equipos caninos detectores de restos humanos en la investigación criminal. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 91-111. <https://doi.org/10.21830/19006586.638>
- Rosier, E., Loix, S., Develter, W., Van de Voorde, W., Tytgat, J., & Cuyppers, E. (2016). Time-dependent VOC-profile of decomposed human and animal remains in laboratory environment. *Forensic Science International*, 266, 164-169. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.035>
- Rust, L., Nizio, K. D., & Forbes, S. L. (2016). The influence of ageing and surface type on the odour profile of blood-detection dog training aids. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(23), 6349-6360. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9748-9>
- Sakurada, K., Watanabe, K., & Akutsu, T. (2020). Current methods for body fluid identification related to sexual crime: focusing on saliva, semen, and vaginal fluid. *Diagnostics*, 10(9), 693. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10090693>
- Salado Puerto, M., Abboud, D., Baraybar, J. P., Carracedo, A., Fonseca, S., Goodwin, W., Guyomarc'h, P., Jimenez, A., Krenzer, U., Morcillo Mendez, M. D., Prieto, J. L., Rodriguez Gonzalez, J., Ruiz Orozco, Y., Taylor, J., Tennakoon, A., Winter, K., & Finegan, O. (2021). The search process: Integrating the investigation and identification of missing and unidentified persons. *Forensic Science International: Synergy*, 3, 100154. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2021.100154>
- Sarmiento-Hernández, E., Rojas-Guevara, J., & Rojas Guevara, P. (2020). Incidencia del proceso de paz con las FARC en la política antidrogas de Colombia. *Revista Científica General José María Córdova*, 18(30), 357-377. <https://doi.org/10.21830/19006586.632>

- Skalleberg, A. G., & Bouzga, M. M. (2016). Detecting and collecting traces of semen and blood from outdoor crime scenes using crime scene dogs and presumptive tests. *Forensic Science International*, 264, 146-152. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.04.026>
- Skott S. (2019). Sexual Homicide Targeting Children: Exploring Offender, Victim, and Modus Operandi Factors. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 63(9), 1663-1680. <https://doi.org/10.1177/0306624X19825814>
- Smith, F. R., Nicloux, C., & Brutin, D. (2020). A new forensic tool to date human blood pools. *Scientific Reports*, 10(1), 8598. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65465-4>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339
- Sonwani, N. S., Ateriya, N., ArvindKumar, P., & Kohli, A. (2020). Cadaver dogs: The nose knows something. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 42(4), 311-312. [http://iafmonline.in/data/publications/2020/JIAFM%20202042\(4\).pdf](http://iafmonline.in/data/publications/2020/JIAFM%20202042(4).pdf)
- Sorg, M., David, E., & Rebmann, A. (1998). *Cadaver Dogs, Taphonomy, and Postmortem Interval in the Northeast*. Anthropology Faculty Scholarship. 24.
- Turvey B. (2008). *Criminal profiling: an introduction to behavioural evidence Analysis*. Academic Press.
- Vallejo, K., Tapias, J., & Arroyave, I. (2018). Trends of rural/urban homicide in Colombia, 1992-2015: internal armed conflict and hints for postconflict. *BioMed Research International*, 2018, 6120909. <https://doi.org/10.1155/2018/6120909>
- van Dam, A., Schoon, A., Wierda, S. F., Heeringa, E., & Aalders, M. (2019). The use of crime scene detection dogs to locate semen stains on different types of fabric. *Forensic Science International*, 302, 109907. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109907>
- Varlet, V., Joye, C., Forbes, S. L., & Grabherr, S. (2020). Revolution in death sciences: body farms and taphonomics blooming. A review investigating the advantages, ethical and legal aspects in a Swiss context. *International Journal of Legal Medicine*, 134(5), 1875-1895. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02272-6>
- Vass, A. A., Smith, R. R., Thompson, C. V., Burnett, M. N., Dulgerian, N., & Eckenrode, B. A. (2008). Odor analysis of decomposing buried human remains. *Journal of Forensic Sciences*, 53(2), 384-391. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00680.x>
- Wikström, P. O. H. (2017). Por qué se delinque: una teoría de la acción situacional. *Revista de Derecho Penal y Criminología*, 17, 337-367.
- Williams, A., Rogers, C. J., & Cassella, J. P. (2019). Why does the UK need a Human Taphonomy Facility? *Forensic Science International*, 296, 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.01.010>
- Zhang, J., Wang, M., Qi, X., Shi, L., Zhang, J., Zhang, X., Yang, T., Ren, J., Liu, F., Zhang, G., & Yan, J. (2021). Predicting the postmortem interval of burial cadavers based on microbial community succession. *Forensic Science International. Genetics*, 52, 102488. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102488>