



Revista Científica General José María Córdoba

(Revista colombiana de estudios militares y estratégicos)

Bogotá D.C., Colombia

ISSN 1900-6586 (impreso), 2500-7645 (en línea)

Web oficial: <https://www.revistacientificaesmic.com>

El papel de los equipos caninos detectores de restos humanos en la investigación criminal

Jorge Ulises Rojas-Guevara

<https://orcid.org/0000-0003-4925-5365>

jorge.rojas@correo.policia.gov.co

Policía Nacional de Colombia

Juan David Córdoba Parra

<https://orcid.org/0000-0003-2914-1627>

cordoba.juan@uniagraria.edu.co

Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

Gabriel Antonio Bohórquez

<http://orcid.org/0000-0003-4189-1092>

gabriel.bohorquez@correo.policia.gov.co

Policía Nacional de Colombia

Ricardo Antonio Vega-Contreras

<http://orcid.org/0000-0002-5438-5589>

ricardo.vega@correo.policia.gov.co

Policía Nacional de Colombia

Paola A. Prada-Tiedemann

<http://orcid.org/0000-0001-8909-0740>

paola.tiedemann@ttu.edu

Texas Tech University, Lubbock, TX, EE. UU.

Citación: 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 Córdoba*, 19(33), 91-111. <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.638>

Publicado en línea: 1.º de enero de 2021

Los artículos publicados por la *Revista Científica General José María Córdoba* son de acceso abierto bajo una licencia Creative Commons: Atribución - No Comercial - Sin Derivados.



Para enviar un artículo:

<https://www.revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/about/submissions>



Miles Doctus



Revista Científica General José María Córdova

(Revista colombiana de estudios militares y estratégicos)
Bogotá D.C., Colombia

Volumen 19, número 33, enero-marzo 2021, pp. 91-111
<http://dx.doi.org/10.21830/19006586.638>

El papel de los equipos caninos detectores de restos humanos en la investigación criminal

The role of human remains canine detection teams in criminal investigation

Jorge Ulises Rojas-Guevara, Gabriel Antonio Bohórquez y Ricardo Antonio Vega-Contreras
Policía Nacional de Colombia

Juan David Córdoba Parra

Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

Paola A. Prada-Tiedemann

Texas Tech University, Lubbock, TX, EE. UU.

RESUMEN. Este artículo busca determinar el impacto de los equipos caninos detectores de restos humanos de la Policía Nacional de Colombia durante 10 años, desde que en 2007 se inició un protocolo con binomios (guía-canino). Mediante el estudio de 5 binomios que han desarrollado búsquedas en varias regiones colombianas, se establecen los factores ambientales, el tipo de terreno, el posible grupo criminal implicado y la ubicación geográfica, entre otras muchas variables que participan en los registros realizados tanto en desastres naturales como en casos de desaparición y delitos asociados. Como resultado del análisis de estos escenarios, se hace un aporte a la estrategia para el abordaje de homicidios y desapariciones y el hallazgo de elementos materiales probatorios para la justicia.

PALABRAS CLAVE: desaparición forzada; equipos caninos; homicidio; investigación criminal; restos humanos

ABSTRACT. This article aims to determine the 10-year impact of the Colombian National Police's canine human remains detection teams since the dog-guide partnership protocol was initiated in 2007. Five partnerships that have carried out searches in various Colombian regions were used to establish the environmental factors, type of terrain, the possible criminal group involved, and geographic location, among many other variables involved in the searches, carried out in natural disasters, disappearances, and associated crimes. As a result of analyzing of these scenarios, a contribution is made to the strategy for addressing murders and disappearances and finding material evidence for justice.

KEYWORDS: canine teams; criminal investigation; forced disappearance; human remains; murder

Sección: SEGURIDAD Y DEFENSA • Artículo de investigación científica y tecnológica

Recibido: 15 de junio de 2020 • Aceptado: 16 de noviembre de 2020

CONTACTO: Jorge Ulises Rojas-Guevara ✉ jorge.rojas@correo.policia.gov.co

Introducción

En enero de 2007, la Policía Nacional de Colombia (PNC) entrenó el primer perro “detector de restos óseos” e inició su trabajo operacional en septiembre del mismo año, con resultados relevantes, ya que se obtuvo información de los crímenes asociados con frentes guerrilleros en diferentes zonas geográficas del país (PNC, 2008). A partir de estos resultados, la PNC capacitó en el año 2008 los primeros seis equipos caninos detectores de “restos óseos humanos en fosas” (primer nombre de la especialidad), para lo cual empleó un protocolo de adiestramiento colombiano. Este entrenamiento culminó en octubre de 2008 y empezó su trabajo operacional en varias regiones colombianas, con el fin de apoyar la investigación criminal, como un aporte a las ciencias forenses (Cáceres & Rojas-Guevara, 2020), y determinar así los delitos ejecutados por diferentes actores criminales (Mingorance & Arellana, 2019).

De acuerdo con las cifras del Observatorio de Memoria y Conflicto, perteneciente al Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH), entre 1958 y 2018, 80 472 personas han sido víctimas de desaparición forzada en Colombia, de las cuales nueve de cada diez casos (70 538) aún continúan sin resolver (CNMH, 2018). Además, según cifras del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF), 144 107 personas están desaparecidas; en cuanto a la causa de su desaparición, 114 318 están sin clasificar (79,33 %); 28 755 por desaparición presuntamente forzada (19,95 %); 515 por presunto reclutamiento ilícito (0,36 %); 286 por desastre natural (0,20 %); 152 por presunto secuestro (0,11 %) y 81 por presunta trata de personas (0,06 %) (INMLCF, 2019). Esto refleja una problemática que es necesario continuar documentando e investigando, para esclarecer crímenes de lesa humanidad como los homicidios y la desaparición forzada. Para contribuir a ello, se han desarrollado *equipos caninos detectores de restos humanos* (ECDRH), con el fin de ayudar a este esclarecimiento, especialmente en el posconflicto.

Marco teórico

Como estrategia para enfrentar el complejo escenario delictivo en Colombia, los ECDRH constituyen una de las maniobras de apoyo para abordar casos de homicidio y desaparición (Breed & Moore, 2015), a través de un equipo inter- y multidisciplinar que conoce los temas relacionados con dicha dinámica. Además, son un aporte para el hallazgo de elementos materiales probatorios (Filetti et al., 2019) junto con otros actores de justicia (Fiscalía, jueces, Procuraduría, Defensoría del Pueblo, entre otros), con el fin de ajustar los protocolos, especialmente en lo que se denomina la “hora dorada”, esto es, el corto tiempo posterior a la comisión del crimen o al momento en que los familiares denuncian de forma oportuna, gracias a lo cual mejoran los hallazgos de personas desaparecidas al emplear perros de las dos especialidades: detección de cadáveres y rastro de personas (Williams et al., 2017).

Esto implica mejorar el rendimiento de los perros en escenarios operacionales diversos (Prada-Tiedemann et al., 2019), mediante estudios sobre la química del suelo y los posibles sitios donde se depositan los cadáveres (Paczkowski et al., 2014), así como estudios sobre los procesos asociados con la descomposición humana, que dependen en gran medida de factores ambientales, como la humedad del suelo, la medida de la acidez o la alcalinidad de una sustancia (PH) (Raymer et al., en prensa). Como se puede observar, este estudio es el primero de este tipo en Colombia, que aspira a servir como base para la generación de nuevo conocimiento científico y contribuir a las ciencias forenses aplicadas al tema en Latinoamérica. En el contexto operativo donde interviene la PNC para enfrentar las organizaciones delictivas del país, esta institución ha contribuido en la recolección de elementos materiales probatorios para esclarecer múltiples crímenes cometidos en contra de la población civil y de miembros de la fuerza pública por parte de diversos actores del conflicto armado interno colombiano. Ha sido común el uso de la desaparición forzada por estos grupos, que depositan a sus víctimas en fosas comunes desmembrándolas, ubicándolas u ocultándolas en territorios lejanos e inhóspitos de la geografía colombiana (De La Calle, 2015).

Otro escenario importante en el que los caninos detectores de cadáveres han incursionado son los eventos ocasionados por los desastres naturales, o inclusive aquellos provocados por el hombre donde muchos seres humanos pierden la vida, algunos de los cuales quedan atrapados y desaparecidos. En estos eventos deben activarse programas preventivos y de recuperación posteriores al evento catastrófico, para reducir los factores que predisponen a la muerte; un ejemplo de estos procesos es la recuperación de la capa vegetal y arbustiva en los bosques (Viña et al., 2011).

Así, apoyar en labores para la recuperación de cuerpos humanos en el menor tiempo posible es fundamental como labor humanitaria, para ayudar a mitigar el dolor de las familias ante la pérdida de seres queridos (Bello-Albarracín et al., 2016; Robaina, 2016). De igual modo, los riesgos naturales en Colombia y el mundo son latentes y provocan miles de pérdidas de vidas y miles de millones de dólares en daños (Guha-Sapir et al., 2017). Además, la geografía colombiana cuenta con sistemas volcánicos, sistemas de cordilleras, afluentes hídricos, marítimos y constantes movimientos sísmicos (Flórez, 2003), lo que hace al territorio muy vulnerable a los desastres y, por ende, hace complejo su abordaje por parte de los equipos caninos.

En la historia colombiana han ocurrido terremotos como el ocurrido en la región cafetera en 1999, que tuvo efectos nocivos para el crecimiento económico (Ibáñez et al., 2013) y un impacto negativo evidente en la salud de las personas. Las lecciones aprendidas de estas experiencias deben ayudar a replantear las propuestas para una atención más oportuna en ese tipo de contingencias (Restrepo, 2000). Además, la falta de rediseño en la infraestructura agrícola y la poca capacidad de adaptación y planificación en algunos territorios propicia que las lluvias copiosas deriven en avalanchas por lodo (McMartin et al. 2018), catástrofes que necesitan el abordaje de los grupos de rescate policial. Por otra

parte, las organizaciones delincuenciales han cometido atentados terroristas que provocan el colapso de estructuras y la pérdida o desaparición de personas, como ocurrió en el Club El Nogal en el año 2003 (Sánchez & Escallón, 2007) o el atentado más reciente en 2019, perpetrado por el grupo narcoterrorista ELN en la Escuela de Cadetes General Francisco de Paula Santander, que cobró la vida de 22 estudiantes y la inmolación del terrorista (Presidencia de Colombia, 2020).

Para terminar este contexto, otro de los fenómenos en que han intervenido los caninos es la búsqueda de personas vulnerables, como niños y mujeres, que fueron abusados, asesinados y desaparecidos por sus victimarios. En este sentido, los objetivos de esta investigación son 1) determinar el impacto operacional de los ECDRH en una variedad de escenarios de la geografía colombiana durante diez años, y 2) establecer los factores ambientales, el tipo de terreno, el posible grupo criminal o victimario implicado y la ubicación geográfica de los registros por medio de equipos caninos empleados en desastres naturales, desaparición y delitos asociados.

Metodología

Ubicación

El estudio se localizó en el trópico colombiano, en una variedad de ambientes, temperaturas, alturas y tipos de suelo de varias regiones de Colombia, donde los ECDRH iniciaron el trabajo operacional de acuerdo con las disposiciones y protocolos para el abordaje de diferentes casos y denuncias allegadas a la Fiscalía General de la Nación o la PNC. Se contó con información clasificada obtenida de familiares de las víctimas u otras personas allegadas, con el fin de planear el despliegue estratégico para el hallazgo de cadáveres o restos de personas desaparecidas entre los años 2007 a 2017.

Participantes

Participaron 5 ECDRH acreditados por la PNC entre 2007 y 2017, conformados por binomios, esto es, la unidad que conforman el perro y su guía. Los binomios fueron entrenados según el protocolo para el hallazgo de “restos óseos humanos en fosas”, empleando ayudas de entrenamiento reales de humanos (hueso y sangre), además de cerdos (*Suis scrofa*) completos, enterrados y sus fluidos. Un equipo canino fue excluido del estudio debido a problemas de adaptación al medio húmedo tropical durante sus dos primeras búsquedas.

Materiales y métodos

Los 5 ECDRH fueron entrenados durante tres meses y certificados con una prueba doble ciega a una altura de 2804 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el año 2008; posteriormente —conforme a los requerimientos del Cuerpo Técnico de Investigación

Criminal (CTI), la fuerza pública (PNC, Armada, Ejército y Fuerza Aérea), las autoridades corresponsales (gobiernaciones, alcaldías, entidades de salud) o los denunciantes—, se trasladaron al lugar donde posiblemente estaba oculto el cuerpo. El abordaje en las operaciones conjuntas o policiales se realizó según las condiciones de orden público, para evitar binomios lesionados o fallecidos. Los desplazamientos de los binomios se realizaron vía aérea o terrestre a varios municipios del territorio colombiano, con las garantías de respeto a los derechos humanos y el derecho internacional humanitario.

Se recopiló la información de los operativos realizados por medio de los informes ejecutivos hechos al culminar cada evento, que incluían una encuesta validada al cierre de cada búsqueda que cuantifica y clasifica los datos mediante tablas de contingencia. Esto se suma a la evidencia fotográfica y técnica en cada caso. Se evaluaron los resultados de los binomios detectores de restos humanos en el terreno operacional, midiendo las siguientes variables: factores ambientales y ubicación de los cadáveres (día, mes, año, equipo canino empleado, tipo de suelo, profundidad del hallazgo, temperatura en grados centígrados, clima, humedad, altura del sitio establecido en metros sobre el nivel del mar (msnm), velocidad del viento, tipo de suelo, tipo de terreno, y distancia entre los cuerpos y la ubicación (Figura 1). Se determinó el posible grupo involucrado en el hecho, la posible causa de la muerte, el tipo de ocultamiento empleado, el grado de la descomposición cadavérica y el tiempo de la desaparición desde el momento que se conoció la noticia criminal (Figura 2). Además, se determinaron los días de búsqueda, la duración del registro, el tipo de alerta canina, si se halló un cadáver completo, desmembrado o restos humanos; y si existió alerta por olor residual sin hallazgo de cadáver, así como el número de cuerpos encontrados y el material probatorio anexo (Figura 3).

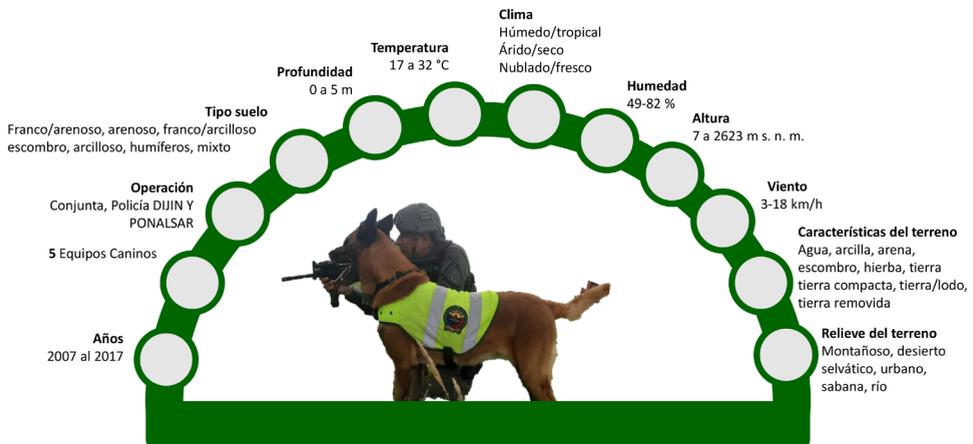


Figura 1. Rango de los datos históricos, meteorológicos y del terreno con participación de los equipos caninos.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Unidad de Operaciones Especiales en Emergencias y Desastres de la Policía Nacional (PONALSAR).

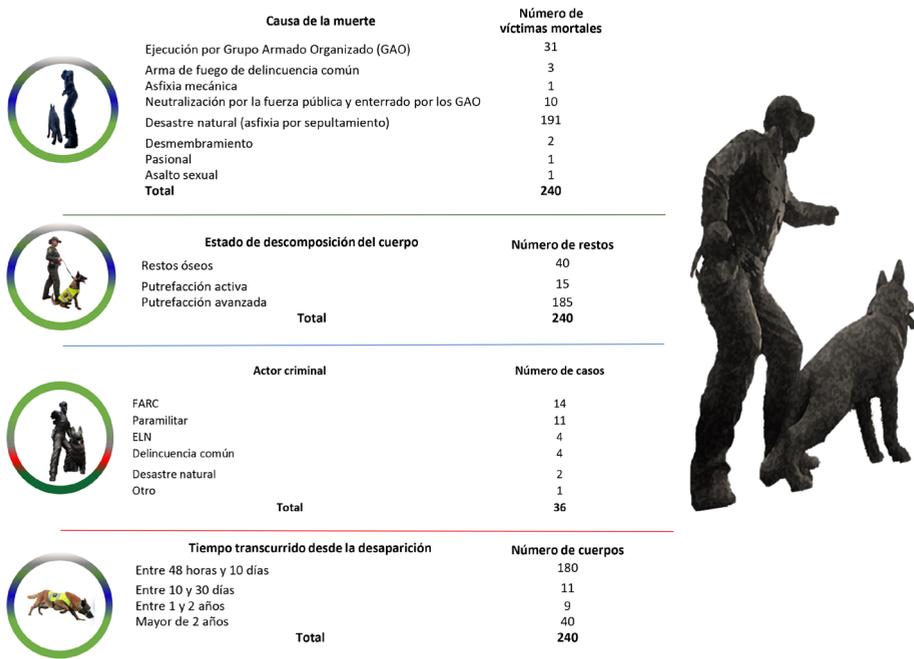


Figura 2. Datos hallados respecto a causa de muerte, estado de descomposición, posible actor criminal y tiempo de desaparición hasta cuando se emprendió la búsqueda por los ECDRH.
Fuente: Elaboración propia.

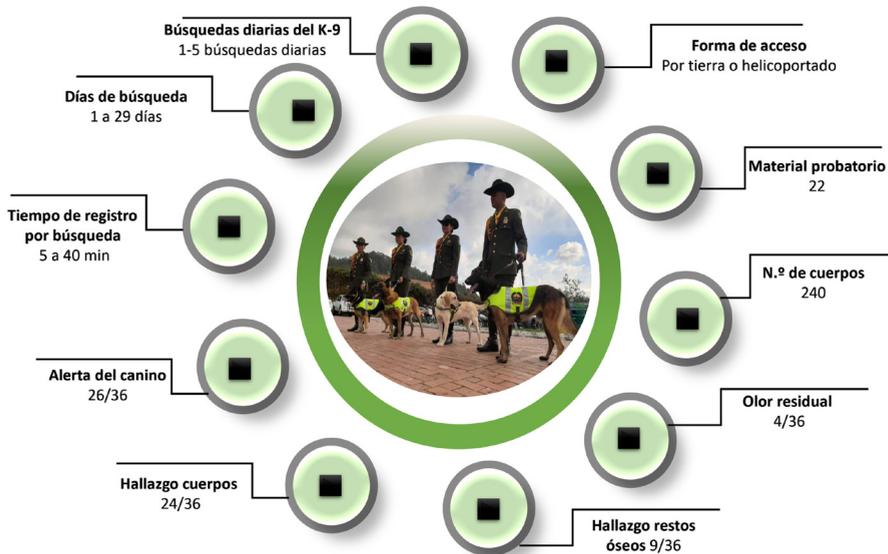


Figura 3. Resultados respecto a días de búsqueda, duración del registro, alerta canina, número de hallazgos, material probatorio y forma de acceso al lugar.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño estadístico

Se realizó un estudio de corte descriptivo para determinar los datos de los 36 casos operativos donde participaron los equipos caninos desde el año 2007 a 2017, y se determinaron las variables asociadas a los datos históricos, meteorológicos y del terreno, además del actor causante de la muerte, la causa, el estado y tiempo de desaparición de la persona. Por último, se estableció el número de búsquedas, el número de registros por día y la duración en días del desarrollo de la operación.

Resultados

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estipula que “la pérdida de vidas humanas y de bienes materiales o ambientales, es una problemática común durante un desastre, permitiendo desestabilizar el funcionamiento de una comunidad o sociedad, además, excediendo la capacidad de respuesta en diversos contextos u orígenes” (ONU, 2018). Son pocos los países que escapan a la ocurrencia de estos sucesos catastróficos con múltiples muertes (Kiv et al., 2016) y los eventos catastróficos naturales o inducidos por el hombre en Colombia no son la excepción.

En investigaciones forenses a gran escala, ante episodios de violencia masiva o desastres en los que cientos o miles de personas mueren o quedan desaparecidas (Cordner & Ellingham, 2017), es necesario: 1) establecer cuántas personas y quiénes faltan exactamente después del hecho; 2) crear protocolos de trabajo para hacer frente a la pérdida de vidas en gran escala, que a menudo abruma las prácticas e instituciones; 3) negociar la forma que tomará la investigación con varios interesados; 4) abordar las creencias culturales de los afectados, y 5) trabajar bajo las limitaciones económicas, políticas y de tiempo prescritas (Puerto & Tuller, 2017). Estos son desafíos únicos para la ciencia forense en contextos relacionados con el homicidio y desaparición en Colombia. Tal es el caso en los 36 operativos donde participaron los ECDRH, con una variabilidad determinada en términos meteorológicos, condiciones medioambientales y de terreno, así como las causas y agentes criminales, y el tipo de hallazgo (si fue positivo o no) (Tabla 1).

Tabla 1. Variables establecidas en las diferentes operaciones con ECDRH

Variables	Valores
Periodo de tiempo	04/06/2007 a 21/04/2017
Equipos caninos	6 binomios (guía-perro) 21 operaciones conjuntas
Tipo de operación	10 de PNC 5 de PONALSAR

Continúa tabla...

Variables	Valores		
Tipo de suelo	8 tipos		
Profundidad del hallazgo	Entre 0 y 5 m		
Coordenadas geográficas	27 municipios colombianos		
	1 país extranjero (Haití)		
Temperatura	17 a 33 °C		
Clima	Húmedo/tropical		
	Árido/seco		
	Nublado/fresco		
Humedad relativa	49 % a 90 %		
Altura (m s. n. m.)	7 a 2623 m s. n. m.		
Velocidad del viento	Entre 3 y 18 km/h		
Tipos de suelo	Franco arenoso	Arcilloso Humíferos Mixtos	
	Arenoso		
	Franco arcilloso		
	Escombros		
Tipo de terreno	Agua	Tierra	Mixto Escombros Tierra/lodo
	Hierba	Cemento	
	Tierra removida	Arena	
	Arcilloso	Tierra compacta	
Distancia de cuerpos	0 a 300 m		
Causa de muerte	Ejecución por grupo ilegal, arma de fuego	Bombardeo Desmembramiento Ahogamiento Otros	
	Asfixia mecánica		
	Asfixia por sepultamiento (desastre natural)		
Ocultamiento	No hubo ocultamiento en 12 casos		
	Hubo ocultamiento en 24 casos		
Estado del cuerpo	8 hallazgos de restos óseos		
	11 en putrefacción activa		
	5 en putrefacción avanzada		
Tiempo de desaparición	1 día a 3 años		

Continúa tabla...

Variables	Valores
Acceso a la zona	6 helicoportados 30 por tierra
Duración de la búsqueda	Entre 5 minutos y 1 hora
Alerta de canino	Hubo alerta en 26 casos No la hubo en 10 casos
Hallazgo del cadáver	Hubo hallazgo en 22 casos No se encontró cadáver en 14 casos
Hallazgo de restos humanos	Se hallaron restos en 14 casos No se hallaron en 22 casos
Olor residual	No había en 30 casos Sí lo había en 6 casos
Material probatorio	No había en 16 casos Sí lo había en 20 casos
Número de registros por día	Entre 1 y 6 por cada equipo

Fuente: Elaboración propia.

La PNC también utiliza caninos detectores de olores humanos para localizar personas pérdidas o desaparecidas, así como víctimas de desastres naturales o masivos. Según los informes, en 36 búsquedas realizadas fueron encontrados 240 cuerpos, sin variables estadísticamente significativas en todas las búsquedas. En casos concretos, para lograr un acercamiento más preciso y hallar el cadáver fue vital la información previa; en otros casos, las variables que más influyeron en el éxito de la búsqueda fueron los elementos materiales probatorios o la temperatura y el tiempo desde que se conoció la noticia. Además, Komar (1999) y Oesterhelweg et al. (2008) realizaron estudios para localizar restos humanos bajo condiciones controladas realizando pruebas ciegas, con una efectividad entre el 57% y 100% de hallazgos positivos, lo que indica que los caninos manejados bajo protocolos ajustados realizan contribuciones importantes para ubicar cadáveres dispersos.

Debido a los múltiples operativos donde participan este tipo de caninos, es fundamental apoyar las investigaciones forenses y ajustar los protocolos propuestos, especialmente al emplear escenarios reales para discriminar el olor blanco u objetivo, con el fin de mejorar los resultados al evaluar los equipos caninos detectores de sustancias (Prada-Tiedemann et al., 2020). Por esto, son prioritarios este tipo de estudios, con el fin de establecer criterios de búsqueda de las posibles fuentes de olor en diversas condiciones

medioambientales, tipos de suelo, corrientes de aire, además de escenarios adversos por su temperatura, humedad u otras razones, como cuerpos sumergidos (Osterkamp, 2011; Irish et al., 2019; Córdoba-Parra, 2020). En esta investigación, los ECDRH hallaron un total de 240 restos humanos en 36 búsquedas. En 24 de estas, los ECDRH dieron una alerta fehaciente. Además, se encontraron cuerpos en diferentes estados de descomposición (activa, avanzada o restos óseos). Las diversas características del terreno (véase Tabla 1) también influyeron en el abordaje y registro con resultados variables.

En cuanto al proceso de identificación de víctimas después de un desastre masivo, la Organización Internacional de Policía Criminal (Interpol) ha desarrollado protocolos específicos que implican la recopilación y comparación de datos *ante mortem* y *post mortem*. Aunque estas directrices no son obligatorias, son reconocidas a nivel mundial. Según lo establecido por Bikker (2014), el proceso propone cinco fases que cubren el tiempo posterior al desastre hasta el entierro o cremación del difunto: fase 1: la escena del desastre; fase 2: la recopilación de datos *post mortem*; fase 3: recopilación de datos *ante mortem*; fase 4: la reconciliación, y fase 5: el informe. En Colombia, a estos protocolos se adiciona la búsqueda mediante ECDRH, con el fin de ayudar a esclarecer los elementos materiales probatorios, incluyendo el olor residual, como en los casos registrados en este estudio. Particularmente, en tres casos el canino presentó una alerta en el lugar, lo que desencadenó la búsqueda en sitios anexos donde se hallaron elementos materiales probatorios o restos humanos.

Diversos estudios han determinado enfoques desde las diferentes disciplinas asociadas a la investigación criminal: metodologías de recolección y preservación de restos humanos en la escena (Khoo et al., 2018), recaudación de datos *ante mortem* (Blau et al., 2006), desarrollo de herramientas cuantitativas para la toma de decisiones (De Cosmo & Barbera, 2012), instalaciones mortuorias de emergencia (Eitzen & Zimmermann, 2011) y políticas empleadas según el tipo de emergencia o desastre natural (Merli & Buck, 2015). Para el caso de los resultados de este estudio, se ha demostrado que los análisis de evidencia física recuperada de fosas clandestinas individuales y fosas comunes tienen un valor significativo de investigación tanto para fines judiciales (Blau et al., 2019) como para investigaciones humanitarias, con el fin de permitir la articulación de los diferentes mecanismos judiciales y extrajudiciales, y lograr la satisfacción de los derechos de las víctimas del conflicto armado. Además:

[...] al encontrar un cadáver y asociarlo a un hecho punible, se logra asegurar la rendición de cuentas por lo ocurrido, garantizando la seguridad jurídica de quienes participen en el Sistema Integral y contribuir a conocer la verdad, la reparación y la no repetición. (Decreto 589 de 2017)

En este estudio, la discriminación del olor humano durante la búsqueda por medio de caninos de trabajo policial permitió identificar 240 cadáveres o restos. En diferentes eventos donde se emplearon caninos detectores de residuos biológicos, los investigadores

encontraron que las muestras de sangre presentan resultados muy altos para el rendimiento y detección (valores predictivos positivos entre 98,96 % al 100 %) (Rendine et al., 2019). Estos resultados concuerdan con este estudio, donde hubo una correlación identificable entre la humedad, la temperatura o la velocidad y efectividad del viento; pero la edad del perro tiene una pequeña correlación positiva.

Usando una fórmula de efectividad estándar, se generaron estadísticas descriptivas que mostraron que los perros evaluados tuvieron un 66 % de éxito. Los caninos realizaron un promedio de dos registros por día, debido probablemente a las condiciones medioambientales adversas. Este trabajo representa un primer intento de cuantificar y comprender los niveles de rendimiento en ECDRH en un país latinoamericano, y sus resultados deben entenderse dentro de dicho contexto. Se ha demostrado un marco experimental repetible que proporciona una base para futuros trabajos en esta área.

Discusión

Como se ha dicho, los equipos caninos se emplean en Colombia para detectar restos humanos y personas sepultadas en desastres naturales o que han sido víctimas de delitos como la desaparición forzada y el homicidio, impulsando el trabajo de los miembros de la fuerza pública y de los proveedores de justicia y ajustando el abordaje de diversos escenarios criminales (Castillo & Vargas, 2017a). Además, al ubicar cuerpos en operaciones conjuntas con otras entidades del Estado, los equipos caninos de la PNC se destacan por el número de cuerpos sin vida encontrados en situaciones medioambientales y de seguridad complejas (Castillo & Vargas, 2017b).

Los estudios que involucran caninos deben ajustarse para el caso del olor humano, en pro de estandarizar los protocolos, la certificación y evaluar su rendimiento, demostrable en el número de hallazgos positivos y delincuentes involucrados (Figura 4). Además, se deben emplear registros reales en áreas operacionales, con variables que afectan la efectividad de la búsqueda en zonas complejas, que aún viven un conflicto interno derivado del narcotráfico y cuya responsabilidad recae en la PNC, en cuanto es una de las entidades que se enfrenta a nivel nacional e internacional contra el sistema de drogas ilícitas (Villarreal et al., 2018). En esta investigación, el número de hallazgos reales evidencia el impacto de un trabajo arduo y agotador para el binomio, que debe hacer abordajes operacionales inhóspitos. Al ser comparados con otros estudios, estos escenarios determinan un complejo sistema criminal que debe ser combatido igualmente con un sistema multidisciplinar que incluya los ECDRH y los antropólogos forenses, como profesionales capacitados, que ocupan un lugar esencial en la investigación de casos de personas desaparecidas y no identificadas, como lo muestra el ejemplo de Brasil en el siglo XX, especialmente debido a crímenes políticos que ocurrieron entre los años 1960 y 1980 (Calmon, 2019). Así mismo, los resultados en países europeos evidencian que el abordaje del Estado y las funciones del equipo interdisciplinar varían según los sistemas jurídicos nacionales, la educación y

la situación laboral de los profesionales, por lo cual el espectro de tareas puede ampliarse e incluir la identificación de personas vivas (Obertová et al., 2019).

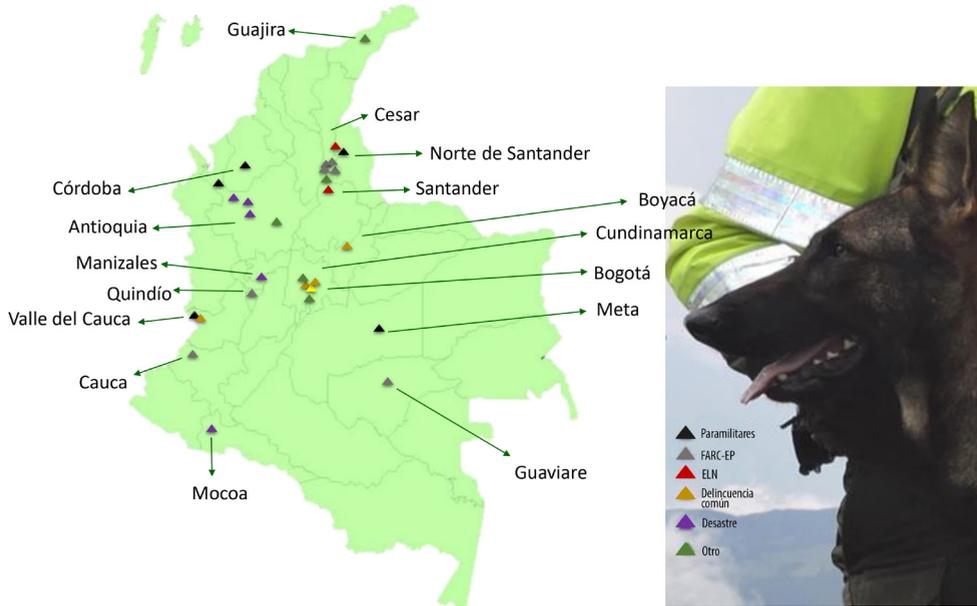


Figura 4. Geolocalización departamental de las operaciones para el hallazgo de restos humanos. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el tiempo en que transcurre el hecho punible y el tipo de superficie donde se localiza la muestra puede afectar la respuesta del equipo canino, por lo cual deben implementarse otras herramientas en la escena del crimen. Al respecto, es fundamental la “hora dorada” y la sinergia operacional del binomio, especialmente en escenarios reales durante la investigación criminal. Esto se evidencia en el número de hallazgos positivos encontrados (240) y en la disponibilidad de la información real que se le brinda a los ECDRH durante la búsqueda. Esto tiene implicaciones directas en escenarios complejos como el colombiano, donde grupos armados organizados (GAO) continúan lucrándose con economías criminales e intentan por todos los medios “borrar” los elementos materiales probatorios asociados con sus crímenes, como en el caso de los sitios donde desmembraban víctimas en la región de Buenaventura y Bogotá.

Otro estudio determinó si el olor residual permanece en el suelo empleando cadáveres de análogos humanos en descomposición (*Sus scrofa*), que fueron retirados en diferentes intervalos de tiempo de contacto. Con esto se determinó que los perros pueden detectar el olor con el paso del tiempo (Deruyter et al., 2020). Matuszewski et al. (2020) discutieron en un amplio contexto metodológico las ventajas y desventajas de los cadáveres de cerdos y humanos para la investigación forense, respecto a lo cual concluyeron

que los experimentos que usan análogos de cadáveres humanos (es decir, canales de cerdo) son más fáciles de replicar y más prácticos para controlar los factores de confusión que los estudios basados únicamente en humanos. Por lo tanto, es probable que sigan siendo la principal fuente epistémica de conocimiento forense para el futuro inmediato.

Rust et al. (2016) realizaron un estudio con caninos detectores de sangre en el que localizaron evidencia y escenas del crimen asociadas en casos donde no se encontraba un cadáver presente, al hacer búsquedas después de un tiempo considerable de ocurrido el delito, lo cual es importante para desarrollar los protocolos de capacitación efectivos. Como se observa, los estudios en ciencias forenses aplicadas son muy dinámicos y variados; entre otras cosas, involucran el maltrato animal y el comercio ilegal de animales o sus partes, prácticas que desencadenan impactos económicos y ambientales globales. Para esto, emplean estrategias como los métodos rápidos de perfilación química para identificar cuernos de rinoceronte (Ueland et al., 2016), así como estrategias como el sistema de seguridad rural policial en el posconflicto, que emplea caninos detectores de mamíferos, reptiles y aves para mitigar el delito transnacional.

A nivel nacional, actualmente el grupo de investigación de la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino propone protocolos con evidencia científica de la capacidad de los ECDRH mediante la determinación de factores ambientales y ubicación de los cadáveres según las variables incluidas en este estudio (Rojas-Guevara et al., en prensa).

A nivel internacional, se encuentran pocas investigaciones que soporten la efectividad de los perros, especialmente en escenarios donde existen o existieron elementos materiales probatorios de delitos como el homicidio, la desaparición forzada y otras amenazas asociadas. Entre las que se encuentran, se observa que, en las escenas de crímenes al aire libre, los perros detectores de cadáveres o sangre pueden tener la tarea de localizar muestras después de días, semanas o meses; según lo investigado por Chilcote et al. (2018), los caninos tuvieron dificultades para localizar las muestras después de un mes de exposición al aire libre en una superficie de madera y después de una semana en concreto.

El desarrollo de “granjas de cuerpos”, esto es, sitios donde se desarrollan estudios sobre la descomposición humana al aire libre, ha facilitado los estudios experimentales con cadáveres humanos (Forbes, 2017; Wallman, 2017). A partir de ello, se ha mantenido el debate sobre la relevancia de emplear cerdos o humanos para los estudios tafonómicos en el análisis forense (Black, 2017). Por lo tanto, esta investigación evidencia los hallazgos operacionales empíricos, en el terreno operativo de los resultados de los ECDRH, como propuesta para medir el rendimiento de los binomios y compararlo con otros estudios relacionados en el campo de la investigación forense.

Para futuras investigaciones, se debe reevaluar el abordaje criminal en cada contexto e incluir grupos especializados multidisciplinarios, con el fin de continuar haciendo aportes a las ciencias forenses, así como recopilar todo tipo de evidencia física y material probatorio que ayude a esclarecer homicidios y desapariciones. Por lo anterior, se considera que estudios como este son aportes fundamentales para la investigación criminal y alientan

a otros investigadores a entender el comportamiento del perro de trabajo policial, como también a mejorar los estándares, los protocolos y la presentación de nuevas pesquisas que impacten favorablemente a los operadores de justicia. En Colombia, se recomienda desarrollar estudios que involucren restos humanos reales y, a mediano plazo, recurrir a las “granjas de cuerpos humanos”, por supuesto bajo los principios éticos y legales del contexto colombiano.

Conclusiones

Salvar vidas humanas es de suma importancia en las misiones de rescate de las avalanchas, y por ello los perros son un recurso invaluable en estas operaciones. Por ello, es importante considerar varios desafíos ambientales, sociales y de transporte que pueden influir en su desempeño, como también es crucial el tiempo para el hallazgo, y este asimismo depende de un entrenamiento extenso y de buenas relaciones entre perros y adiestradores (Diverio et al., 2016). Por la misma razón, “la hora dorada” debe ser el punto de partida, cuando se registra la denuncia o noticia de la desaparición de la persona o el momento cuando se realiza la inspección del cadáver.

Además, los momentos en los cuales los ECDRH deben ingresar a la escena para realizar el registro o establecer una ruta metodológica en los diferentes escenarios donde ocurra un homicidio dependen de una sinergia operacional y un esfuerzo de grupos interdisciplinarios. Ubicar elementos materiales probatorios, que ayuden a soportar la investigación criminal y los posibles implicados, es la prioridad de la Policía Judicial, que a la par debe realizar otras acciones urgentes y entrevistas, entre otras.

Es inevitable que haya un cierto nivel de incertidumbre en estas investigaciones, incluso en experimentos de descomposición fielmente diseñados y sin sesgos. En este sentido, el testimonio de las personas, el análisis de las pruebas forenses, los resultados de las entrevistas o cualquier otro elemento material probatorio encontrado en el lugar de los hechos siempre necesitará una validación cruzada de estimaciones basadas en la descomposición de los cuerpos humanos o en otros factores que responden a otros campos científicos.

Los futuros estudios de descomposición o de hallazgo de cadáveres deberán sustentar su propia importancia con rigurosas medidas de control de calidad, como los propuestos por Bytheway et al. (2015) y Tomberlin et al. (2012). En otros países, las metodologías empleadas para identificar perpetradores de crímenes son diversas, e incluso indican cuando el perro detecta dos olores (uno de la escena del crimen y otro de un sospechoso) derivados de la misma persona. Se trata de un método de identificación válido para corroborar quiénes son los victimarios, que dejan su olor en la escena del crimen (Prada, Curran & Furton, 2015). Este es un camino que puede contribuir a que el futuro de la odorología forense como técnica con caninos se fortalezca y sea válida y confiable (Ferry et al., 2019).

En esta investigación, la temperatura, la humedad y las corrientes de aire fueron variables indispensables para el hallazgo de restos humanos, como también fue fundamental el nivel de empatía entre el canino y su guía para los resultados positivos. En los sitios donde no se obtuvo hallazgo, no significa que el binomio haya fallado, sino que evidencia que delitos como el homicidio y la desaparición requieren una respuesta inmediata de las autoridades multidisciplinarias, para lo cual los perros son uno de los eslabones dentro de las investigaciones criminales.

En Colombia no se emplean las ayudas de entrenamiento tipo pseudo para los ECDRH, debido a los malos resultados observados con dichas sustancias. Esto concuerda con el estudio realizado por Tipple et al. (2014), donde un perro detector de cadáveres, que había sido entrenado con restos humanos, no respondió a las pseudoesencias de cadáveres disponibles en el mercado. Estos datos evidencian la importancia de las ayudas de entrenamiento y la discriminación de olor (Prada-Tiedemann et al., 2020). Por ello, las discrepancias encontradas evidencian la importancia de emplear cadáveres reales como ayudas de entrenamiento, bajo los estándares y validación de los protocolos existentes. En la PNC, actualmente se trabaja según las normas internacionales, con el fin de certificar los binomios y, por medio de programas académicos diversos, evaluar los comportamientos asociados a las competencias pedagógicas, los indicadores de desempeño y los niveles valorativos de los instrumentos de evaluación, realizados no solamente en humanos (Hernández-Maldonado et al., 2019), sino en binomios (perro y guía). El abordaje criminal se debe reevaluar de acuerdo a cada contexto, no solamente al emplear caninos en el ámbito de las ciencias forenses humanas, sino con el fin de recopilar todo tipo de evidencia y establecer la relación entre los sospechosos y el delito (Filetti et al., 2019). De esta forma, el empleo de ECDRH pueden hacer aportes fundamentales para las pesquisas penales, ya que pueden indicar la presencia de nuevas formas de evidencia que eventualmente puede ser aceptada en los tribunales de justicia (Furton et al., 2015).

Cuantificar el desempeño de los ECDRH bajo condiciones medioambientales no controladas y en un campo real-experimental, como en el caso de este estudio, es una limitante desde el punto de vista logístico en las operaciones para detectar cadáveres. Además, la efectividad de dichos binomios presenta restricciones relacionadas con los factores ambientales, el tipo de terreno, por lo cual, aunque hay un porcentaje alto de control del equipo canino, no se puede controlar de forma suficiente la situación durante el registro del binomio. Esto representa situaciones supeditadas a la operación en el terreno que en algunas ocasiones no se pueden controlar, ya que no presentan un diseño experimental de laboratorio.

Así, los resultados indican un punto de partida para actualizar los protocolos y mejorar los estándares de países como Colombia, con dinámicas delictivas y geográficas complejas. Por su parte, 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 funcione con

las mismas características en una gran cantidad de pruebas. En otras palabras, a veces los perros tienen “días malos” o pueden fallar un objetivo por una razón desconocida.

En cuanto a los factores ambientales, podría decirse que tienen un mayor impacto al realizar investigaciones sobre 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 ausencia de olor constante en lugar de un error de detección. Además, llevar a cabo investigaciones en espacios públicos crea el riesgo de que otros animales u otros seres humanos contaminen la escena y confundan al perro.

Los resultados de este estudio muestran que, a diferencia de otros países, las variaciones en las tasas de homicidios en Colombia son más pronunciadas en las zonas rurales que en las urbanas (Vallejo et al., 2018). Para el caso de esta investigación, el 90 % de solicitudes para iniciar el protocolo de empleo de ECDRH se realizaron en sectores rurales. Aunque en los últimos años la tasa de homicidios en Colombia ha disminuido en un 1 % (120 homicidios menos por año), aún siguen habiendo personas desaparecidas en sectores aislados de la geografía colombiana y varios crímenes quedan aún sin resolver, debido a que en esos lugares apartados de difícil acceso los grupos armados organizados residuales (GAOR) aún tienen el control del comercio ilegal de drogas, lo que afecta diversas estrategias utilizadas por la PNC para el abordaje del fenómeno del homicidio y la desaparición.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Policía Nacional de Colombia, la Universidad de La Salle y Texas Tech University por el apoyo en la realización de este artículo.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo. Este trabajo forma parte de una investigación amplia, derivada del proyecto: “El olor humano en la investigación criminal: desafío operacional para las ciencias forenses y los equipos caninos detectores”, del Grupo de Investigación “Olfateando el conocimiento” de la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino PONAL-ESGAC (GrupLAC COL0064351), como parte de un trabajo colaborativo entre el Institute for Forensic Science of Texas Tech University y un estudiante del Doctorado en Agrociencias de la Universidad de La Salle, con el fin de hacer aportes a mejores prácticas y el rendimiento de los caninos de trabajo policial.

Financiamiento

Este artículo fue financiado por Texas Tech University y la Policía Nacional de Colombia.

Sobre los autores

Jorge Ulises Rojas-Guevara es especialista en servicio de policía y doctor en Educación de la Nova Southeastern University (Fort Lauderdale, FL). Es Mayor de la Policía Nacional de Colombia. Director del Grupo de Investigación “Olfateando el conocimiento” de la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino de la Policía Nacional.

<https://orcid.org/0000-0003-4925-5365> - Contacto: jorge.rojas@correo.policia.gov.co

Juan David Córdoba Parra es estudiante del Doctorado en Agrociencias de la Universidad de La Salle (Bogotá). Es docente de la Especialización en Bienestar Animal y Etología de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

<https://orcid.org/0000-0003-2914-1627> - Contacto: cordoba.juan@uniagraria.edu.co

Gabriel Antonio Bobórz es psicólogo e Intendente de la Policía Nacional de Colombia. Es instructor canino y docente investigador de la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino de la Policía Nacional.

<http://orcid.org/0000-0003-4189-1092> - Contacto: gabriel.bohorquez@correo.policia.gov.co

Ricardo Antonio Vega-Contreras es médico veterinario y especialista en servicio de policía. Es Oficial de la Policía Nacional de Colombia y Jefe Regional de Carabineros n.º 1.

<http://orcid.org/0000-0002-5438-5589> - Contacto: ricardo.vega@correo.policia.gov.co

Paola A. Prada-Tiedemann es Ph.D. en química de la Florida International University. Profesora e investigadora asistente del Institute for Forensic Science, en Texas Tech University.

<http://orcid.org/0000-0001-8909-0740> - Contacto: paola.tiedemann@ttu.edu

Referencias

- Bello-Albarracín, M., Suárez, A., & Marquéz-Ramírez, M. (2016). *Hasta encontrarlos. El drama de la desaparición forzada en Colombia*. Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH).
- Bikker, J. (2014). Identification of missing persons and unidentified remains in disaster victim identification recommendations and best practice En X. Mallett, T. Blythe, & R. Berry (Eds.). *Advances in forensic human identification* (pp. 37-58). Taylor and Francis.
- Black, S. (2017). Body farms. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 13(4), 475-476. <https://dx.doi.org/10.1007/s12024-017-9917-y>
- Blau, S., Hill, A., Briggs, C., & Corder, S. (2006). Missing persons—missing data: examining the need for the collection of ante-mortem dental records of missing persons. *Journal of Forensic Sciences*, 51(2), 386-389. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00051.x>
- Blau, S., Sterenberg, J., Weeden, P., Urzedo, F., Wright, R., & Watson, C. (2019). Exploring non-invasive approaches to assist in the detection of clandestine human burials: developing a way forward. *Forensic Sciences Research*, 3(4), 304-326. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1493809>
- Breed, M. D., & Moore, J. (2015). Chapter 3 - Behavioral genetics. En *Animal behavior*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-14008-1>
- Bytheway, J., Connor, M., Gretchen, D., Johnston, C., & Sunkel, M. (2015). The ethics and best practices of human decomposition facilities in the United States. *Forensic Science Policy & Management: An International Journal*, 6(3-4), 59-68. <https://doi.org/10.1080/19409044.2015.1064190>

- Cáceres, J., & Rojas-Guevara, J. (2020). La investigación criminal de los delitos sexuales a través de perros detectores de residuos biológicos. ISAE 2020, II Congreso Latinoamericano de Comportamiento y Bienestar Animal “Relaciones humano-animal y bienestar global”, Medellín.
- Calmon, M. (2019). Forensic anthropology and missing persons: A Brazilian perspective. *Forensic Science International*, 298, 425. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.03.032>
- Castillo, F., & Vargas, M. (productores ejecutivos). (2017a). Misión Canina [serie documental de televisión], capítulo 1. FOX Telecolombia; National Geographic. <https://bit.ly/39cj49H>
- Castillo, F., & Vargas, M. (productores ejecutivos). (2017b). Misión Canina [serie documental de televisión], capítulo 2. FOX Telecolombia; National Geographic. <https://bit.ly/39cj49H>
- Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH). (2018). *Observatorio de Memoria y Conflicto*. <http://centrodememoriahistorica.gov.co/tag/observatorio/>
- Chilcote, A., Rust, L., Nizio, K., & Forbes, S. (2018). Profiling the scent of weathered training aids for blood detection dogs. *Science & Justice*, 58(2), 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2017.11.006>
- Cordner, S., & Ellingham, S. (2017). Two halves make a whole: Both first responders and experts are needed for the management and identification of the dead in large disasters. *Journal of Forensic Sciences*, 279, 60-64. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.020>.
- Córdoba-Parra, J., Rojas-Guevara, J., Prada-Tiedemann, P., & Bohórquez, G. (2020). Variables ambientales que afectan la interacción humano-animal: pieza clave para hallar desaparecidos con perros policía. ISAE 2020, II Congreso Latinoamericano de Comportamiento y Bienestar Animal “Relaciones humano-animal y bienestar global”, Medellín.
- De La Calle, H. (2015). Delegación colombiana en negociaciones de paz para Colombia. Acuerdo de Paz. Decreto 589 (2017, 5 de abril). Por el cual se organiza la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por desaparecidas en el contexto y en razón del conflicto armado. Presidencia de la República de Colombia. <https://bit.ly/3q27B2q>
- De Cosmo, S., & Barbera, J. (2012). Rapid disaster victim identification in mass fatality incidents: decision support tool to facilitate human remains identification. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 6(3), 277-290. <https://doi.org/10.1001/dmp.2012.44>
- Deruyter, E., Nettles, K., Ochoa-Torres, M., Cristancho, O., Rojas-Guevara, J., Bohórquez, G., & Prada-Tiedemann, P. (2020). What's that lingering smell? Evaluation of residual odor volatiles in Colombian territory. *Texas Tech University Undergraduate Research Conference (URC)*. Institute for Forensic Science, Department of Environmental Toxicology, Texas Tech University.
- Diverio, S., Barbato, O., Cavallina, R., Guelfi, G., Iaboni, M., Zasso, R., Di Mari, W., & Santoro, M. (2016). A simulated avalanche search and rescue mission induces temporary physiological and behavioural changes in military dogs. *Physiology & Behavior*, 163(1), 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.05.006>
- Eitzen, D., & Zimmermann, A. (2011). Setting up an off-site emergency mortuary facility (EMF) to deal with a DVI incident: disaster victim management (DVM). *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 8(2), 189-193. <https://doi.org/10.1007/s12024-011-9310-1>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109895>
- Filetti, V., Di-Mizio, G., Rendine, M., Fortarezza, P., Ricci, P., Pomara, C., Messina, G., Riezzo, I., Zammit, C., Messina, A., Salerno, M., & Sessa, F. (2019). Volatile organic compounds: instrumental and canine detections link an individual to the crime scene. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 9(35), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s41935-019-0139-1>

- Flórez, A. (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados*. Universidad Nacional de Colombia.
- Forbes, S. (2017). Body farms. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 13(4), 477-479. <https://doi.org/10.1007/s12024-017-9924-z>
- Furton, K., Caraballo, N., Cerreta, M., & Holness, H. (2015). Advances in the use of odour as forensic evidence through optimizing and standardizing instruments and canines. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 370(1674). <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0262>
- Guha-Sapir D., Hoyois P., Wallemacq, P., & Below, R. (2017) *Annual disaster statistical review 2016: The numbers and trends*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED).
- Hernández-Maldonado, E., Rojas-Guevara, J., & Gallo-Vargas, R. (2019). La práctica docente y su evaluación: estrategia para la mejora continua en los procesos de acreditación en alta calidad. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(1), 79-92. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10013>
- Ibáñez, A., Muñoz, J., & Verwimp, P. (2013). Lo que la violencia no se llevó: una aproximación del impacto de la violencia y la presencia de los cultivos ilícitos en el sector cafetero colombiano. *Ensayos sobre Economía Cafetera*, 29, 11-36. <https://bit.ly/2KoM97e>
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF) (2019). *Registro Nacional de Desaparecidos (RND), año 2019*.
- 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>
- Kiv, S., Douthit, N., & Shack, A. (2016). Epidemiology and history of natural disasters and mass casualties. En N. Wolfson, A. Lerner, & L. Roshal (Eds.), *Orthopedics in disasters: orthopedic injuries in natural disasters and mass casualty events* (pp. 7-20). Springer Verlag.
- Khoo, L., Lai, P., Saidin, M., Noor, Z., & Mahmood. M. (2018). Cling film plastic wrap: An innovation for dead body packaging, preservation and transportation by first responders as a replacement for cadaver body bag in large scale disasters. *Forensic Sciences International*, 285, 50-57. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.01.018>
- Komar, D. (1999). The use of cadaver dogs in locating scattered, scavenged human remains: Preliminary field test results. *Journal of Forensic Science*, 44(2), 405-408.
- McMartin, D., Hernani, B., Bonsal, B., Hurlbert, M., Villalba, R., Ocampo, O., Upegui, J., Poveda, G., & Sauchyn, D. (2018). Limitations of water resources infrastructure for reducing community vulnerabilities to extremes and uncertainty of flood and drought. *Environmental Management*, 62(6), 1038-1047. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1104-8>
- Matuszewski, S., Hall, M., Moreau, G., Schoenly, K., Tarone, A., & Villet, M. (2020). Cerdos contra personas: el uso de cerdos como análogos para humanos en entomología forense e investigación de tafonomía. *Revista Internacional de Medicina Legal*, 134(2), 793-810. <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02074-5>
- Merli, C., & Buck, T. (2015). Forensic identification and identity politics in 2004 post-tsunami Thailand: Negotiating dissolving boundaries. *Human Remains and Violence: An Interdisciplinary Journal*, 1(1), 3-22. <https://doi.org/10.7227/HRV.1.1.2>
- Mingorance, F., & Arellana, E (Coords.) (2019). *Cartografía de la desaparición forzada en Colombia*. Human Rights Everywhere. <https://bit.ly/2IYoWbl>
- Oesterhelweg, L., Kröber, S., Rottmann, K., Willhöft, J., Braun, C., Thies, N., & Gehl, A. (2008). Cadaver dogs: A study on detection of contaminated carpet squares. *Forensic Science International*, 174(1), 35-39. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2007.02.031>

- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*.
- Osterkamp, T. (2011). K9 water searches: Scent and scent transport considerations. *Journal of Forensic Sciences*, 56(4), 907-912. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.01773.x>
- Obertová, Z., Adalian, P., Baccino, E., Cunha, E., De Boer, H., Fracasso, T., Kranioti, E., Lefèvre, P., Lynnerup, N., Petaros, A., Ross, A., Steyn, M., & Cattaneo, C. (2019). The status of forensic anthropology in Europe and South Africa: Results of the 2016 FASE questionnaire on forensic anthropology. *Journal of Forensic Sciences*, 64(4), 1017-1025. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14016>
- Paczkowski, S., Nicke, S., Ziegenhagen, H., & Schütz, S. (2014). Volatile emission of decomposing pig carcasses (*Sus scrofa domesticus* L.) as an indicator for the postmortem interval. *Journal of Forensic Sciences*, 60(Supl. 1). <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12638>
- 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 (ECSAN)*, 119(2), 2. <https://bit.ly/3kVFBK3>
- Prada-Tiedemann, P., Rojas-Guevara, J., Bohórquez, G., Ochoa-Torres, M., & Córdoba-Parra, J. (2019). *Los equipos caninos policiales: importancia de los criterios de selección, entrenamiento, certificación y rendimiento*. Policía Nacional de Colombia. <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.978-958-52080-7-0>
- Prada-Tiedemann, P., 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). <https://doi.org/10.22335/rlct.v12i1.1003>
- Presidencia de la República de Colombia. (2020, 16 de enero). *Presidente Duque encabezará este viernes el homenaje en memoria de los 22 cadetes de la Escuela de Policía General Santander* [nota de prensa]. <https://bit.ly/33acrkb>
- Puerto, S., & Tuller, H. (2017). Large-scale forensic investigations into the missing: Challenges and considerations. *Forensic Sciences International*, 279, 219-228. <https://doi.org/10.1016/j.forciint.2017.08.025>
- Raymer, J., Rojas-Guevara, J., & Prada-Tiedemann, P. (en prensa). Evaluation of decomposition residual odor using sus scrofa as a sampling model. *Revista Criminalidad*, 62(2).
- Rendine, M., Fiore, F., Bertozzi, G., De Carlo, D., Filetti, V., & Fortarezza, P. (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>
- Restrepo, H. E. (2000). Earthquake in Colombia: The tragedy of the coffee growing region. Health impact and lessons for the health sector. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 54(10), 761-765. <https://doi.org/10.1136/jech.54.10.761>
- Robaina, M. (2016). Efectos tardíos de la tortura. Reparación y aportes desde la psicología. *ILCEA*, 26. <https://doi.org/10.4000/ilcea.3927>
- Rojas-Guevara, J., Prada-Tiedemann, P., Titus, K., Córdoba-Parra, J., & Bohórquez, G. 2020. *Forensic studies with human analogues: evaluation of decomposition and the use of residual odor detection dogs*. Policía Nacional de Colombia.
- Rust, L., Nizio, K., & Forbes, S. (2016). The influence of ageing and surface type on the odour profile of blood-detection dog training aids. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(6349). <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9748-9>
- Sánchez, G., & Escallón, M. (2007). Memoria, imagen y duelo. Conversaciones entre una artista y un historiador. *Análisis Político*, 20(60), 60-90.
- Tipple, C., Caldwell, P., Kile, B., Beussman, D., Rushing, B., Mitchell, N., Whitchurch, C., Grime, M., Stockham, R., & Eckenrode, B. (2014). Comprehensive characterization of commercially available canine training aids. *Forensic Science International*, 242, 242-254.

- Tomberlin, J., Byrd, J., Wallace, J., & Benbow, M. (2012). Assessment of decomposition studies indicates need for standardized and repeatable research methods in forensic entomology. *Journal of Forensic Research*, 3(5), 147. <https://doi.org/10.4172/2157-7145.1000147>
- Ueland, M., Ewart, K., Troobnikoff, A., Frankham, G., Johnson, R., & Forbes, S. (2016). A rapid chemical odour profiling method for the identification of rhinoceros horns. *Forensic Science International*, 266, 99-102. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.011>
- 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. <https://doi.org/10.1155/2018/6120909>
- Villarreal, C., Rojas, J., & Ochoa, M. (2018). Impacto operacional de los equipos caninos en la lucha contra el narcotráfico en Colombia: una revisión de la contribución, estrategias y tendencias recientes. *Revue Scientifique et Technique*, 37(1), 189-200. <https://doi.org/10.20506/rst.37.1.2751>
- Viña, A., Chen, X., McConnell, W., Liu, W., Xu, W., Ouyang, Z., Zhang, H., & Liu, J. (2011). Effects of natural disasters on conservation policies: The case of the 2008 Wenchuan earthquake, China. *Ambio*, 40(3), 274-284. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0098-0>
- Wallman, J. F. (2017). Body farms. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 13(4), 487-489. <https://doi.org/10.1007/s12024-017-9932-z>
- Williams A., Cassella, J., & Maskell, P. (Eds.). (2017). *Forensic science education and training: A tool-kit for lecturers and practitioner trainers*. Wiley.