

Artículo de investigación

Incidencia de la discriminación de olor en el entrenamiento de los equipos caninos detectores de sustancias: impacto de su evaluación para la certificación final

Incidence of odor discrimination in the training of substance detection canine teams: impact of its evaluation for final certification

Incidência de discriminação de odores no treinamento de cães farejadores para detecção de substâncias: impacto de sua avaliação para certificação final

Paola A. Prada-Tiedemann^a | Martha Ximena Ochoa-Torres^b | Jorge Ulises Rojas-Guevara^{c*} | Gabriel Antonio Bohorquez^d

^a <http://orcid.org/0000-0001-8909-0740> Texas Tech University, Estados Unidos

^b <http://orcid.org/0000-0003-3620-4227> Universidad de la Salle, Colombia

^c <http://orcid.org/0000-0003-4925-5365> Policía Nacional de Colombia, Colombia

^d <http://orcid.org/0000-0003-4189-1092> Policía Nacional de Colombia, Colombia

- **Fecha de recepción:** 2019-08-14
- **Fecha concepto de evaluación:** 2019-10-17
- **Fecha de aprobación:** 2019-10-29
<http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v12i1.1003>

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Prada-Tiedemann, P. A., Ochoa-Torres, M. X., Rojas-Guevara J. U., & Bohorquez, G. A. (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. <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v12i1.1003>

RESUMEN

La Policía Nacional de Colombia, selecciona, entrena y certifica equipos caninos, determinando cuáles perros son aptos o no aptos para iniciar el adiestramiento, continuarlo y verificar su rendimiento posterior. Por lo anterior los objetivos de esta investigación son, a saber: 1). Determinar la incidencia de la discriminación de olor durante el entrenamiento y certificación final de los caninos detectores de sustancias y 2). Establecer la correlación entre la discriminación de olor, la perseverancia y la alerta, durante las “pruebas ciegas”. Los resultados comprueban la hipótesis de realizar pruebas ciegas en el entrenamiento, empleando registros reales y discriminando el olor, se obtiene un mayor número de equipos caninos en la certificación final. Se evidencia que la precisión para discriminar olores objetivo es del 99 % (porcentaje de blancos detectados) y especificidad del 96 % (porcentaje de blancos de forma correcta discriminados), con resultados estadísticamente significativos para la mayoría de las variables comportamentales analizadas de manera individual ($p < 0,05$) y un nivel de acuerdo entre los evaluadores (Kappa de Cohen) casi perfecto para la mayoría de las pruebas. Se concluye que las señales de alerta en contextos reales, efectuando las pruebas ciegas durante el adiestramiento y certificación final, hacen que los binomios al ser expuestos a ruidos, presencia de personas y otros animales, mejoren sus resultados operacionales.

Palabras clave: perros de trabajo, prueba de evaluación, rendimiento canino, certificación canina, perros detectores, discriminación de olor, comportamiento



* Autor para correspondencia. Correo electrónico: jorge.rojas@correo.policia.gov.co

SUMMARY

The National Police of Colombia selects, trains, and certifies canine teams, determining which dogs are suitable or not suitable to start training, continue training and verify their subsequent performance. Therefore, the objectives of this research are, namely: 1). Determine the incidence of odor discrimination during the training and final certification of substance detection canines, and 2). Establish the correlation between smell discrimination, perseverance and alertness during "blind tests". The results prove the hypothesis that performing blind tests in training, using real records, and discriminating the smell, increases the number of canine teams that obtain the final certification. It is evident that the precision to discriminate objective odors is 99% (percentage of targets detected) and specificity of 96% (percentage of targets correctly discriminated), with statistically significant results for most of the behavioral variables analyzed in an individual manner ($p < 0.05$) and a level of agreement between the assessors (Cohen's Kappa) almost perfect for the majority of the tests. It is concluded that the warning signs in real contexts, performing blind tests during training and final certification, make the binomials when exposed to noise, the presence of people and other animals, improve their operational results.

Keywords: working dogs, assessment test, canine performance, canine certification, detection dogs, smell discrimination, behavior

SUMÁRIO

A Polícia Nacional da Colômbia seleciona, treina e certifica cães farejadores, determinando quais estão aptos ou não para iniciar o treinamento, continuá-lo e verificar seu desempenho. Pelo exposto, os objetivos desta pesquisa são, a saber: 1). Determinar a incidência de discriminação de odores durante o treinamento e a certificação final dos cães farejadores e 2). Estabelecer a relação entre detecção de odor, persistência e atenção durante "testes cegos". Os resultados comprovam a hipótese de realização de testes cegos em treinamento, utilizando registros reais e discriminando o odor, obtendo maior número de cães farejadores na certificação final. É evidente que a precisão para detectar odores objetivos é de 99% (porcentagem de alvos detectados) e especificidade de 96% (porcentagem de alvos corretamente discriminados), com resultados estatisticamente significativos para a maioria das variáveis comportamentais analisadas de maneira individual ($p < 0,05$) e um nível de concordância entre os avaliadores (Kappa de Cohen) quase perfeito para a maioria dos testes. Conclui-se que os sinais de alerta em contextos reais, realizando testes cegos durante o treinamento e a certificação final, fazem que os binômios, ao serem expostos a ruídos, presença de pessoas e outros animais, melhoram seus resultados operacionais.

Palavras-chave: cães de trabalho, teste de avaliação, desempenho canino, certificação canina, cães farejadores, discriminação de odor, comportamento

En Colombia, no existen estudios científicos sobre la discriminación de olor, que realizan los caninos detectores de sustancias, al ser evaluados, entrenados y certificados; además, cómo las variables que se miden en dichos procesos impactan los resultados operacionales de los equipos caninos especialmente contra el sistema de drogas ilícitas (Villarreal, Rojas & Ochoa, 2018) (figura 1). Por lo anterior, los objetivos de este trabajo son los siguientes: 1) Determinar la incidencia de la discriminación de olor durante el entrenamiento y certificación final de los caninos detectores de sustancias y 2) Establecer la correlación entre

la discriminación de olor, la perseverancia y la alerta, durante las "pruebas ciegas" realizadas en el entrenamiento y certificación final para los caninos detectores de sustancias explosivas y narcóticas.

En la literatura mundial, existen estudios que analizan el futuro de la investigación del perro detector de sustancias (Hayes, McGreevy, Forbes, Laing & Stuetza, 2018; Lazarowski, Waggoner & Katz, 2019) y revisiones de la confiabilidad de los test y su validez en los caninos de trabajo (Brady, Cracknell, Zulch & Mills, 2018; Goss, 2019),

los cuales realizan aportes a la investigación científica y a los protocolos existentes, pero ningún estudio ha evaluado el comportamiento canino durante el adiestramiento, empleando escenarios reales y una discriminación de olor tan exigente y exegética para determinar los caninos aptos o no aptos para el servicio policial como los observados en este estudio, debido al número de animales evaluados (600 caninos, en promedio, por año), el número de animales rechazados (70%); los recursos, el talento humano y la logística que gira en torno a dicho proceso.

Lo anterior tiene implicaciones prácticas en entidades como la Policía Nacional de Colombia (PNC), que emplea equipos caninos en contextos operacionales variados y con problemáticas disímiles, como aporte de la investigación criminal y las ciencias forenses, como se evidencia en el estudio de Prada y Chávez (2015), donde utilizan caninos para el “desminado operacional”, como un nuevo enfoque de la lucha contra los grupos armados organizados (GAO) y planteando la necesidad de corroborar la siguiente hipótesis: “si durante el proceso de asociación de la sustancia narcótica o explosiva en el entrenamiento, se realizan pruebas ciegas en los registros reales y discriminación de olor de los binomios, se obtendrá un mayor número de equipos caninos aptos en la certificación final”.

Resultados que buscan determinar los falsos positivos o negativos al evaluar el olfato canino con respecto al olor objetivo durante el registro, ajustando los diferentes

contextos de búsqueda y el entendimiento de la alerta o señal canina en escenarios reales controlados como los evaluados en este estudio. Otros trabajos identifican los factores cognitivos y de comportamiento que afectan el éxito de los perros detectores de olores, las muestras utilizadas para el entrenamiento, las pruebas y el procedimiento de adiestramiento, como variables estudiadas en diferentes razas de acuerdo con las revisiones realizadas por Troisi, Mills, Wilkinson y Zulch (2019); pero ningún estudio evalúa la confiabilidad y validez de dichas pruebas en contextos reales y con factores externos que afectan la detección de sustancias narcóticas y explosivas en puertos, aeropuertos, vehículos y paquetes, discriminando los olores objetivos.

Como se observa, entender el comportamiento de los equipos caninos en contextos reales, puede generar valores agregados a los protocolos, los test empleados y ayudan a fortalecer los programas académicos para resolver problemáticas existentes en el mundo real. Además, se observa que en el ámbito mundial existen asociaciones como The Scientific Working Group on Dog and Orthogonal Detector Guidelines (SWGDOG), que mejoran las prácticas de los caninos auxiliares de policía, estableciendo procedimientos y estándares (Furton, Greb & Holness, 2010), que necesitan ser validados en países con problemáticas tan exigentes para enfrentar el terrorismo y el narcotráfico.

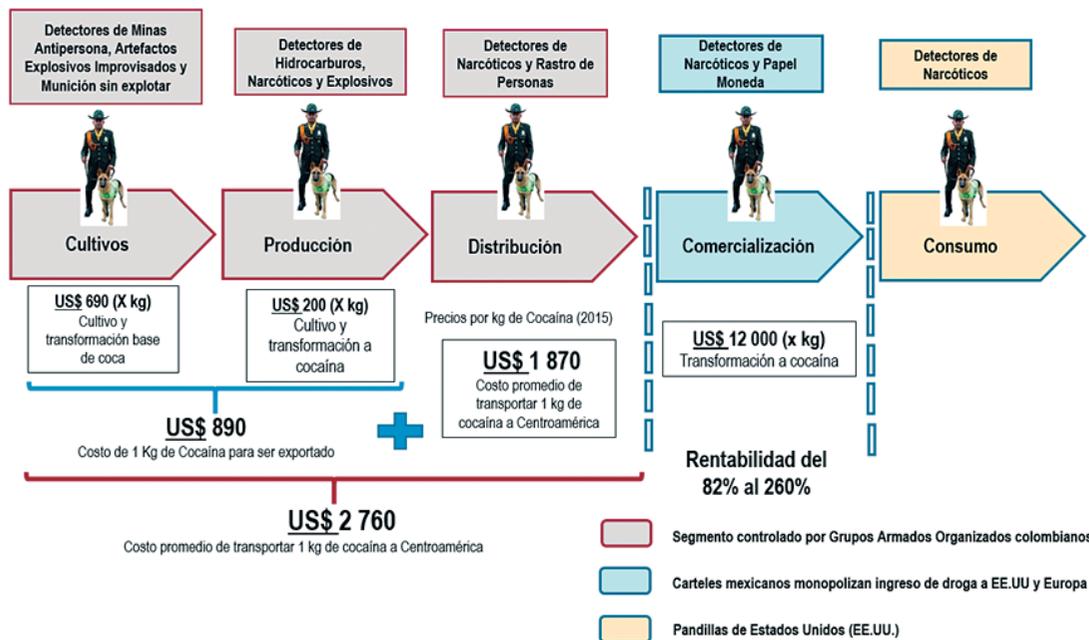


Figura 1. Escenarios de participación de los equipos caninos contra el sistema de drogas ilícitas en Colombia (Villarreal et al., 2018).

En Colombia, la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino (ESGAC) de la PNC, en los últimos 15 años ha capacitado más de 3.500 caninos detectores de sustancias y más de 202 extranjeros de toda América. A partir de 1962, ha formado binomios en rastro de personas, narcóticos (1972), explosivos (1987), búsqueda y rescate de personas (2002), papel moneda (2003), restos óseos y terapia asistida (2007), además de hidrocarburos (2012) y fauna silvestre (2013). Además, dada la naturaleza del conflicto armado interno colombiano durante más de 60 años, existe un problema con artefactos explosivos improvisados (AEI), munición sin explotar (MUSE) y minas antipersona (MAP), registrando 11765 víctimas entre 1990 y junio de 2019, de acuerdo con el programa de acción contra las minas antipersona del Gobierno de Colombia (PAICMA, 2019), cifras que determinan que el proceso de selección, entrenamiento y certificación final de binomios debe ser muy exigente, para que impacte la seguridad pública y se obtengan perros ideales.

La PNC operacionaliza el servicio canino en tres grandes especialidades: 1) Caninos detectores de sustancias

controladas, 2) Caninos detectores de olores humanos y 3) Caninos de intervención comunitaria; las cuales generan una corresponsabilidad entre las diferentes entidades encargadas de la seguridad, así como en las direcciones y unidades caninas existentes en Colombia. Además, en los últimos años existe un aumento de hectáreas cultivadas de matas de coca (169018 hectáreas, en el 2018) y sumado a que a partir del 2016 no se realiza aspersión aérea por parte de la PNC, factores que inciden en el trabajo de los equipos caninos a pesar del aumento de las cifras de erradicación manual forzosa (59978 hectareas, en el 2018) (UNODC, 2019), que hacen que se necesiten caninos de élite para detectar explosivos en las diferentes zonas del país con dichas problemáticas (figura 2).

Dentro de la especialidad de binomios detectores de sustancias, se encuentran los grupos de escuadrones móviles de carabineros (Emcar), los cuales pertenecen a la Dirección de Carabineros y Seguridad Rural de la PNC y cuyo componente se establece en 120 hombres y 3 caninos, en promedio, por cultivo, como ayuda a la detección de explosivos antes del ingreso de los erradicadores manuales

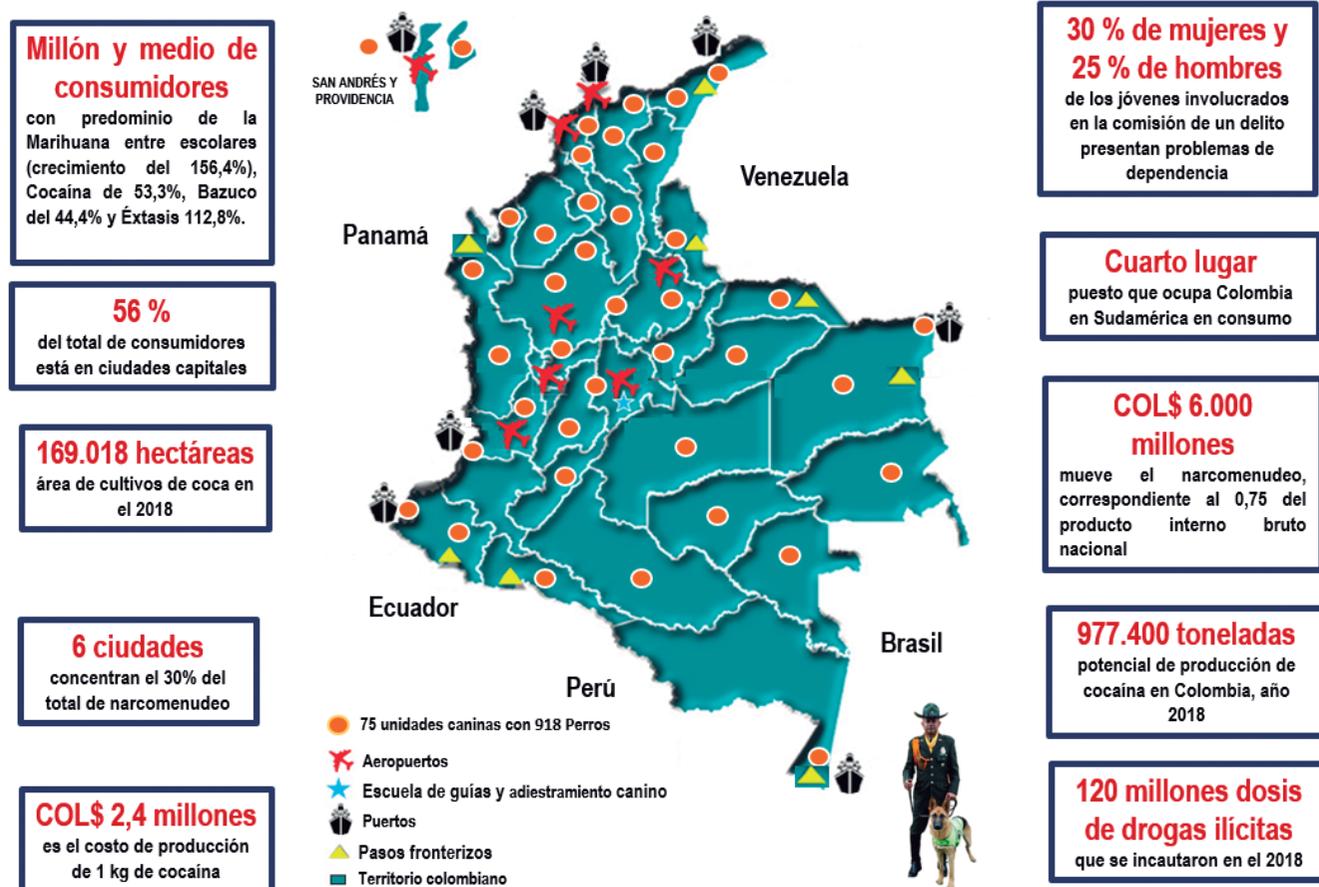


Figura 2. Distribución de los equipos caninos en Colombia contra el sistema de drogas ilícitas, cifras actualizadas al 2018 (Villarreal et al., 2018).

de cultivos ilícitos de cocaína o amapola, además de las zonas anexas, ejerciendo el “desminado operacional” (PNC, 2010b); siendo afectados por factores medioambientales y topografías adversas, con un despliegue en medio de atentados terroristas y despeje de vías, que hace que los caninos sean deportistas de alto rendimiento olfativo, físico y comportamental y controlen su carácter al resistir a los ruidos fuertes y discriminen el olor entrenado bajo condiciones adversas.

Para lograr lo anteriormente expuesto, el proceso de selección de los “perros verdes”, antes del ingreso al programa académico, debe ser muy fuerte, de acuerdo con protocolos establecidos por la Dirección de Incorporación (Dinco) y al plan anual de formación, educación continua e investigación (PAE), asignándole un canino previa evaluación de afinidad y ajustado a los protocolos existentes en la Esgac. Posterior a ese proceso, los perros que superan los test de selección para el ingreso al programa académico: Técnico Profesional en Seguridad Integral Canina, deben aprobar las fases durante tres meses, para su certificación y posterior destinación a nivel nacional y apoyar el servicio de policía (PNC, 2019).

Para concluir, el estudio desarrollado por Wilson y Sinn (2012), determina que: “el tiempo necesario para que un perro discrimine un nuevo olor, disminuye a medida que se entrenan nuevos olores”, datos que aportan al estudio planteado y propenden por determinar la exactitud del canino para detectar y discriminar olores, interpretando la conducta por parte del manejador, como punto de partida para la disminución de costos, maximizar el talento humano y generar propuestas ajustadas. Además, los nuevos estudios en las pruebas de selección canina, deben encaminarse a lograr estandarizar las bases sólidas en los test utilizados, empleando instrumentos antes, durante y después del adiestramiento, evaluando la relación de estos, con los resultados operacionales de cada binomio; asimismo, de estudios de campo validados con diseños experimentales novedosos, con el fin de recolectar elementos materiales probatorios (Raymer, Rojas-Guevara & Prada, 2020, en prensa).

■ Materiales y métodos

Ubicación del estudio

Las pruebas a los binomios, se realizaron en Facatativá, a una altura de 2.700 metros sobre el nivel del mar

(m.s.n.m.), una precipitación media anual de 1.040 milímetros cúbicos, temperatura promedio de 14 grados centígrados y humedad relativa de 73%, en promedio.

Participantes

Se evaluaron ($n=549$) “perros verdes” (animales preseleccionados y ofertados por empresas del sector, siendo evaluados por las instituciones antes del entrenamiento), de acuerdo con las necesidades institucionales y escogidos al azar para la detección de narcóticos y explosivos, con edades entre los 18 y 24 meses, adquiridos mediante compra. Posteriormente, los caninos que pasaron las pruebas test-retest ($n=428$), iniciaron el adiestramiento (asociación y potenciación) durante 89 días (media de 85 días) y valorados por el comité técnico de certificación (un médico veterinario especializado y dos instructores de la Esgac); además, ningún canino participante fue reportado como castrado.

Los perros se ubicaron individualmente en un canil de material plástico y enviados en transporte aéreo especializado hasta la Esgac, estabulados durante 15 días en perreras como fase de cuarentena y manejados y alimentados por el mismo manejador durante todo el proceso de selección, adiestramiento y certificación final. Todos los perros como criterio de selección, estuvieron en una condición corporal entre 5-6/10 (Laflamme, 1997), adaptados a su nuevo ambiente y nutrición, se les suministran 700 gramos diarios, divididos en dos raciones de 350 gramos (6:00 a.m. y 4:00 p.m.) y una fase de cuarentena de acuerdo con los protocolos de Doring et al. (2016). Además, los test se desarrollaron en espacios abiertos y recintos cerrados, verificando las señales de alerta en contextos reales y efectuando una “prueba ciega” durante el adiestramiento y certificación final, bajo condiciones controladas al emplear ruidos, presencia de personas, otros animales y previniendo la presentación de accidentes.

Prueba test-retest

Se efectuaron tres pruebas test-retest a $n=549$ perros antes de su ingreso al adiestramiento, se evaluó la respuesta hacia un motivador (recompensa con refuerzo positivo), determinando cuáles perros son aptos y no aptos para iniciar el entrenamiento; se midieron los parámetros observables como respuesta a diferentes motivadores (pelotas, toallas, kong, mordedores, entre otros), estímulos físicos (ruido, movimiento, presencia de personas, entre otros) y olorosos (comida y agua) y se midieron los datos de las tres pruebas estandarizadas

en la batería de pruebas, durante un lapso de 45 días, con intervalos de 15 días cada una: prueba No. 1 (día 15), prueba No. 2 (día 30) y prueba No. 3 (día 45).

Los evaluadores establecieron los criterios individuales clasificados de 1 a 4, determinando el puntaje más bajo como el número 1 y el número 4 el más alto. Los perros con un promedio mínimo aceptable de 3 puntos sobre 4 en todas las pruebas, aprobaron (aptos), midiendo comportamientos como el temperamento y el carácter (grupo, paraguas, detonación, piso resbaloso y espacio reducido), la presa (alerta, velocidad, cazar y mordida), la perseverancia, los conflictos (agua, comida, manejador y memoria olfativa) y el impulso de cazar (lanzamiento largo, búsqueda en línea y prueba en la mesa), para un total de 17 pruebas (figura 3).

Prueba de potenciación y asociación

A todos los caninos se les hizo la prueba de potenciación y asociación entre el día 40 al 45, recopilando la información de los siguientes parámetros: 1) lanzamiento y detección: el canino luego de ser impulsado debe buscar un elemento previamente asociado en vehículos y recintos cerrados, localizándolo y proporcionando una “alerta”, 2) registro: el canino debe localizar el elemento asociado en montículos de piedra, cajas de madera y otros lugares de almacenamiento de olor (10 puntos de registro), dando alerta clara acompañada de una permanencia en la fuente de olor (perseverancia) hasta que le fue entregado el motivador y 3) permanencia y registro: se creó un escenario con diferentes objetos a registrar por parte del canino, verificando la permanencia mínima de 2 minutos en la actividad, trabajó en el área sin perder el interés por la localización del olor o el elemento motivador (escenario sin olor) (figura 4).

Prueba final para la certificación canina en detección de sustancias

Todos los caninos que continuaron hasta el final del proceso de adiestramiento ($n=423$), se les hizo la prueba final para la certificación canina en detección de sustancias, empleando escenarios reales por parte de los evaluadores, durante las prácticas de los binomios en puertos y aeropuertos (perros detectores de narcóticos) y bodegas y parqueaderos (detectores de explosivos), prueba realizada entre el día 82 al 87 (figura 5), de acuerdo a los siguientes parámetros:

1) Lanzamiento y detección: el canino luego de ser impulsado debe buscar un elemento previamente asociado en vehículos (ruidos de motor y pito) y recinto cerrado

(amplificador con sonidos fuertes) en un área asignada, localizándolo con una señal pasiva (sentado), 2) Registro: el canino previa instrucción debió localizar las ayudas de entrenamiento en pistas reales o escenarios creados (10 puntos de registro), dando alerta clara acompañada de una permanencia en la fuente de olor (perseverancia) en vehículos, recinto cerrado, maletas y cajas, empleando amplificadores con sonidos fuertes, hasta que le fue entregado el motivador y 3) Permanencia y registro: se creó un escenario con diferentes objetos a registrar por parte del canino, verificando la permanencia mínima de 2 minutos en la actividad, evaluando el trabajo en el área sin perder el interés por la localización del olor o el elemento motivador (escenario sin olor y con alta contaminación auditiva).

Los caninos que exhibieron no más de dos señales falsas, fueron Aptos (en el caso de perros detectores de narcóticos hallaron cocaína, marihuana y metanfetaminas) y más de dos señales falsas no aptos. Para los detectores de explosivos, tetranitrato de pentaeritritol (PENT), trinitramina de ciclonita (RDX), pólvora negra, trinitrotolueno (TNT) y sus mezclas, además para declararlos aptos o no aptos se emplearon los mismos criterios que los perros de narcóticos.

Diseño estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 18.0, estimando la sensibilidad y especificidad de cada una de las pruebas; definiendo la sensibilidad, como la capacidad de la prueba para identificar correctamente aquellos animales que fueron aptos y para la especificidad, aquellos caninos no aptos y que realmente no lo fueron. La seguridad de los test, la determinaron los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN), para establecer la utilidad de las pruebas en el terreno práctico general y por perro, reforzado por el nivel de umbral o “cutt-off”, encima del cual el resultado de la prueba es considerado como positivo y por debajo de este como negativo.

Se estimó la estadística Kappa de Cohen, para conocer la variación en la precisión de la clasificación de las pruebas y se estableció la validez del trabajo por el nivel entre los evaluadores (Kappa), según la clasificación de Landis & Koch (1977): pobre (0,00), leve (0,01 - 0,20), aceptable (0,21 - 0,40), moderada (0,41 - 0,60), considerable (0,61 - 0,8) y casi perfecta (0,81 - 1,00).

Se determinó la asociación entre los resultados parciales de las diferentes pruebas y otros factores asociados con el resultado final (apto o no apto), efectuando un

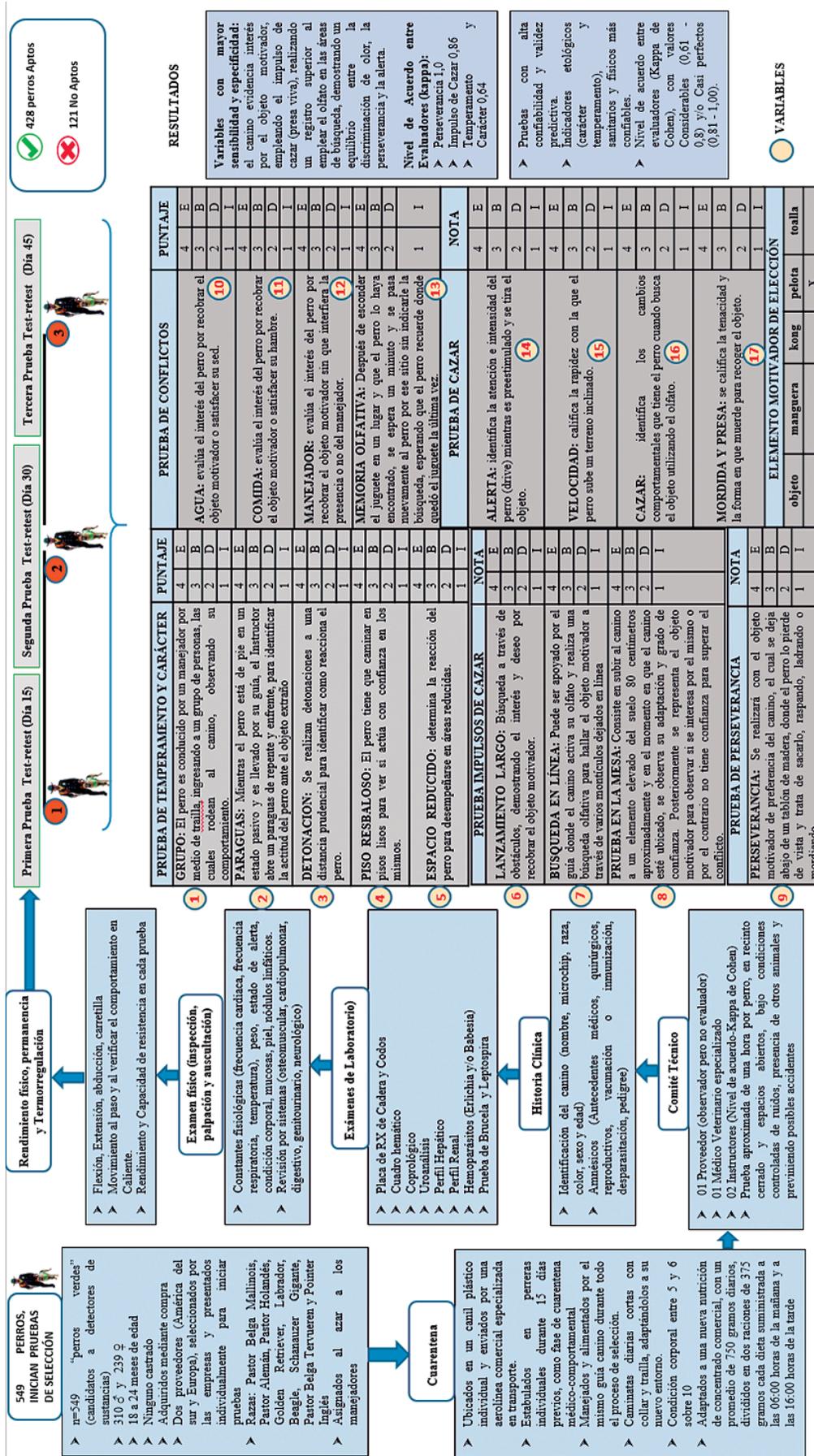


Figura 3. Esquema y protocolo del proceso de selección del perro de trabajo policial para la detección de sustancias al emplear las pruebas Test-retest, indicando la confiabilidad y el nivel para las 17 variables evaluadas.

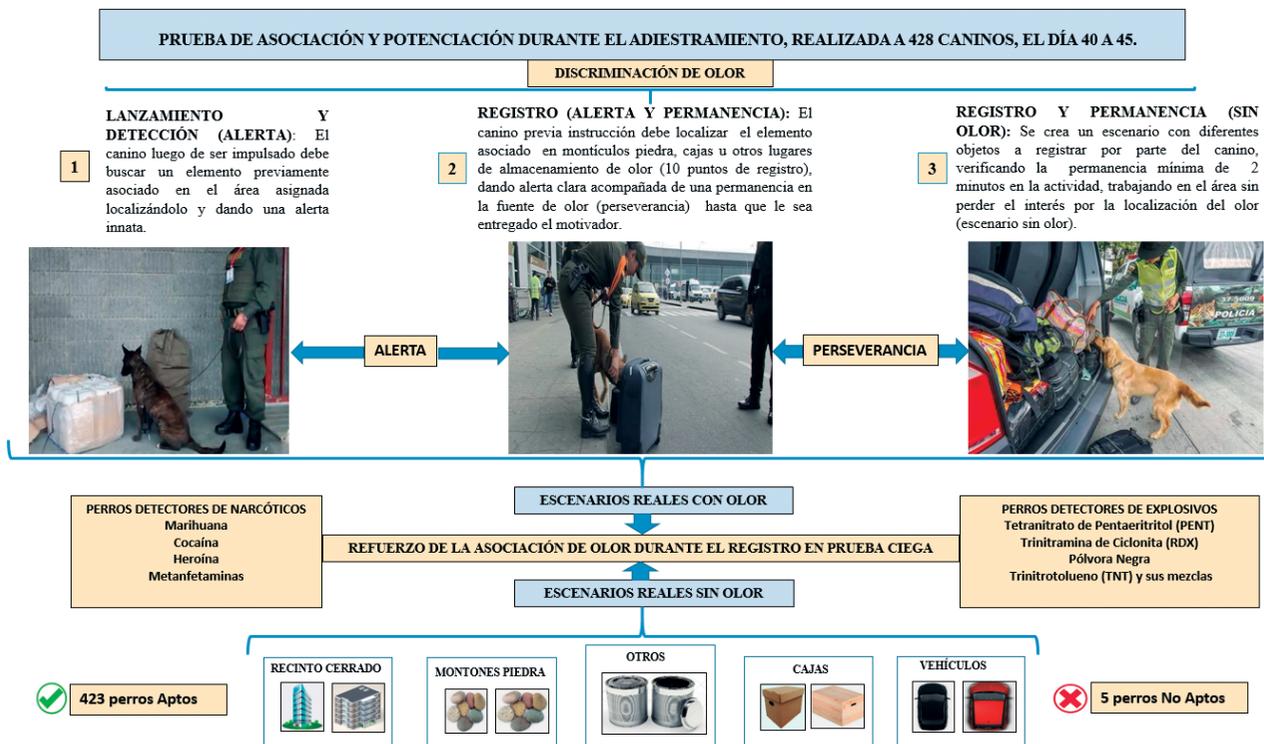


Figura 4. Prueba de asociación y potenciación durante el adiestramiento para los caninos detectores de sustancias.

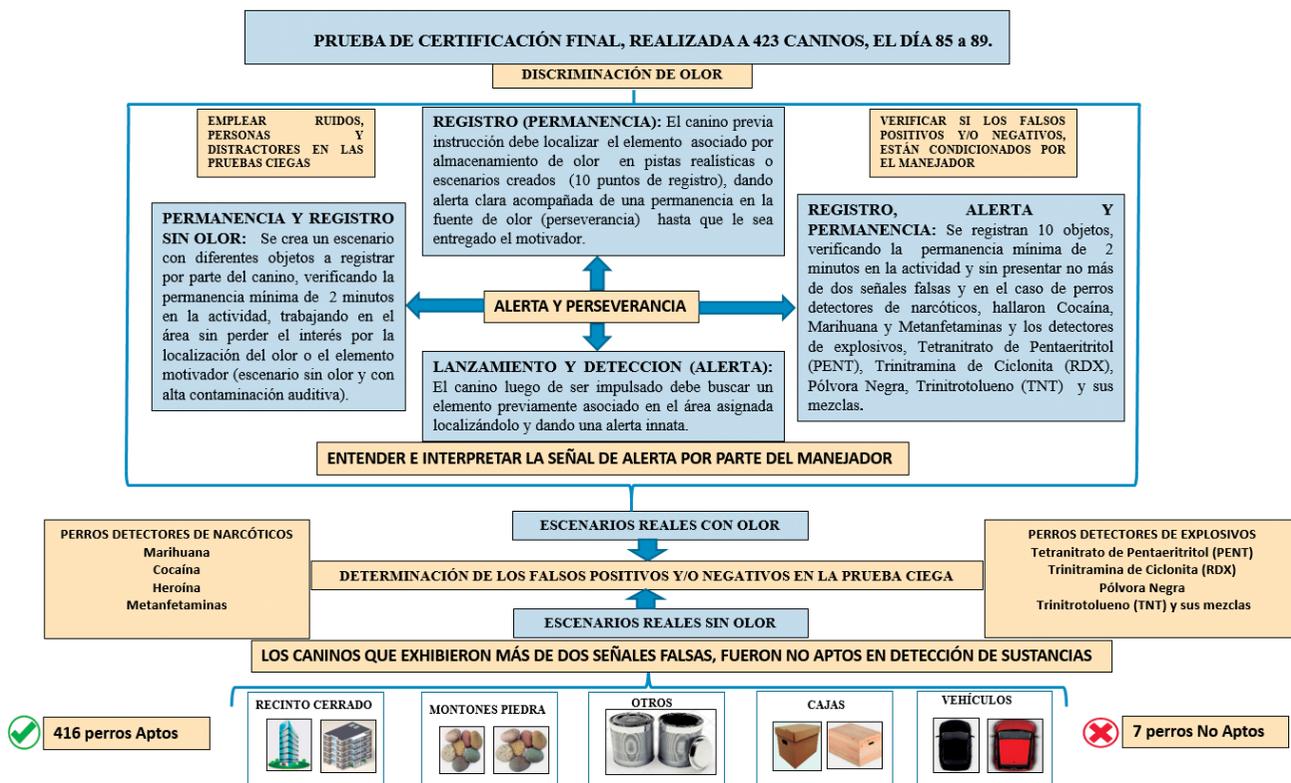


Figura 5. Prueba de certificación final para los caninos detectores de sustancias.

análisis univariado, utilizando tablas de contingencia de 2 por 2. Todas aquellas variables con un valor de $p < 0,2$ se incluyeron en el modelo de regresión logística binaria. La

magnitud de la asociación se estimó mediante el cálculo del Odds Ratio (OR), representando la probabilidad de ocurrencia de un evento (probabilidad de que ocurra el

evento y la probabilidad de que no ocurra) y se interpretaron los resultados de la regresión logística, basados en la idea de probabilidad y con valor predictorio.

Para el estudio de las pruebas test-retest, se determinó la correlación de los datos obtenidos de las pruebas (comportamientos caninos individuales para 17 variables) (figura 3), observando la confiabilidad de los test. Para ello, se emplearon efectos aleatorios por medio de correlación de rangos de Pearson, entre las tres pruebas. A las calificaciones individuales de variables por perro, se evaluaron los patrones medios de coeficientes de correlación entre las puntuaciones totales e individuales nominales, utilizando la Z de Fisher, ponderando los puntajes por tamaño de la muestra.

Se estableció el nivel de impulsos e impregnación de olor a la sustancia a la cual fue entrenado el canino (explosivos o narcóticos) durante el entrenamiento (potenciación y asociación) y se evaluó lo siguiente: 1) Permanencia y registro (vehículo y recinto cerrado), 2) Lanzamiento y detección (vehículo y recinto cerrado) y 3) Registro (montones de piedra, cajas Kent, maletas y cajas). Los anteriores parámetros se evaluaron como “sí cumple” (1) o “no cumple” (0), estableciendo qué caninos son aptos o no y continuaron el proceso de adiestramiento (figura 4). Además, en la prueba de certificación final, se evaluaron las siguientes variables: 1) Lanzamiento y detección (alerta), 2) Registro (permanencia), 3) Permanencia y registro sin olor y 4) Registro, alerta y permanencia (figura 5).

■ Resultados y discusión

Los resultados de esta investigación comprueban la hipótesis de que se obtiene un mayor número de perros aptos en la prueba de certificación final, al realizar la prueba ciega por medio de los registros por parte de los binomios en escenarios reales, permitiendo discriminar el olor objetivo en puertos y aeropuertos (perros detectores de narcóticos) y bodegas y parqueaderos (perros detectores de explosivos). Lo anterior indica que la confirmación inicial de la capacidad del perro para emitir una alerta y que sea entendida por el manejador es alta, determinando que la medida de precisión para discriminar olores objetivo es del 99 % (porcentaje de blancos detectados) y especificidad del 96 % (porcentaje de blancos correctamente discriminados), permitiendo una validez y confiabilidad superiores.

Determinar la calidad de una prueba durante el entrenamiento y certificación final, debe estar asociada a los test-retest previos en el proceso de selección de caninos detectores de sustancias, como punto fundamental para evidenciar cuáles son las variables que más inciden para “descartar o no perros” y permitan que ingresen o no a los programas de entrenamiento. Para este caso, las variables con un área bajo la curva alta fueron las pruebas que miden el impulso de cazar (0,905) y la prueba para medir la perseverancia, entendida como el interés y permanencia mínima en un objeto (1,00), con resultados estadísticamente significativos para todas las pruebas ($p < 0,05$) (tabla 1), concordante a los resultados encontrados con perros militares, descritos por Sinn, Gosling y Hilliard (2010).

En la literatura científica mundial, existen pocos estudios que correlacionen las pruebas de selección de caninos detectores de sustancias antes y durante el entrenamiento con la de certificación final, que implique la discriminación de olor, la perseverancia y la alerta, como variables hipotéticas que más inciden en la determinación de los perros aptos o no aptos para ser considerados caninos de trabajo policial. Solo un estudio realizado por Porritt et al. (2015), hace pruebas de discriminación de olor, con resultados de valores de kappa $\geq 0,80$, concordante con los encontrados en este estudio durante la asociación y potenciación del olor de la sustancia impregnada, donde la permanencia (sin olor) en vehículos (kappa $\geq 0,80$) y la permanencia (sin olor) en recinto cerrado (kappa $\geq 0,70$), indican que el nivel entre evaluadores es considerable (0,61 - 0,8) y casi perfecta en el resto de variables evaluadas (0,81 - 1,00) (tabla 2).

La alerta que emite el canino al detectar el olor de la sustancia entrenada en la prueba de certificación final en vehículos es de kappa $\geq 0,49$ y en recinto cerrado de kappa $\geq 0,73$, indicando que a pesar de que el perro reconoce el olor de la sustancia, presenta señales falsas que tiene consecuencias sobre el manejador, posiblemente por la distracción asociada al entorno de trabajo y la modalidad de registro. Lo anterior indica que la confiabilidad y validez de las pruebas, presentan una seguridad con valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN), a través de pruebas ciegas y discriminación de olor en escenarios reales en el terreno práctico general y por perro, que refuerzan el nivel de umbral o “cutt-off”, encima del cual el resultado de la prueba es considerado como positivo y por debajo de este como negativo (tabla 2). Se concluye

que el registro en escenarios creados con olor y sin olor de la sustancia asociada, genera un nivel de alerta y permanencia que se transforma en una focalización de la sustancia entrenada y con una permanencia en la búsqueda sin presentar señales falsas que hacen que el manejador entienda e interprete a su perro cuando se enfrente a escenarios reales durante su trabajo operacional (figura 5).

El mantenimiento del nivel de habilidad del perro y que su certificado perdure, requiere de un reentrenamiento con base en “ayudas sin contaminación”, empleando “sustancias puras”, bajo protocolos de manejo de muestras

durante el entrenamiento y cuando se ubican en recintos cerrados, lugares abiertos, paquetes y vehículos, permiten una discriminación de olor más expedita. Para ello se emplean otros olores durante las pruebas ciegas, que hacen que el aprendizaje no sea solo del perro, sino también de la capacidad del guía canino para entender las señales de alerta durante los registros.

En Colombia, los roles de los perros de trabajo, especialmente los que trabajan detectando explosivos en el “desminado operacional” es alto (Prada & Chávez, 2015), exigiendo perros con rendimientos adecuados, que implica

Tabla 1. Resultados para estimar la especificidad de las diferentes variables agrupadas, en caninos de trabajo luego de realizar la prueba test- retest

Tipos de prueba	Área bajo la curva	E. E. ^a	Valor “p” ^b	Intervalo de confianza asintótico 95%	
				inferior	superior
Pruebas para medir el temperamento y carácter	0,769	0,030	0,000	0,711	0,827
Pruebas para medir la “presa” (interés y mordida hacia un objeto)	0,649	0,032	0,000	0,586	0,711
Prueba para medir perseverancia (interés y permanencia mínima en un objeto)	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
Pruebas que miden la presentación de conflictos	0,587	0,032	0,004	0,525	0,649
Pruebas que miden el impulso de cazar	0,905	0,021	0,000	0,863	0,947

Nota. Pruebas para medir temperamento y carácter; pruebas para medir el interés hacia un objeto (presa); pruebas que miden la presentación de conflictos; pruebas que miden el impulso de “cazar”, **a** = bajo una asunción no paramétrica, **b** = la real hipótesis nula es = 0, 5.

Tabla 2. Sensibilidad, especificidad, valores predictivos y nivel de acuerdo de las pruebas de potenciación y asociación

Prueba	Resultado	Sens / Esp	Aprueba	Reprueba	VPP	VPNeg	Kappa
lanzamiento y detección (alerta) en vehículos	apto	Se	100,0	0,0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,0	100,0		1,0	
lanzamiento y detección (alerta) en recinto cerrado	apto	Se	100,0	0,0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,0	100,0		1,0	
registro (alerta y permanencia) en montones de piedra	apto	Se	100,0	0,0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,0	100,0		1,0	
registro (alerta y permanencia) en cajas	apto	Se	100,0	0,0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,0	100,0		1,0	
registro (alerta y permanencia) en otros	apto	Se	100,0	0,0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,0	100,0		1,0	
permanencia (sin olor) en vehículos	apto	Se	99,8	0,0	1,0		0,8
	no apto	Esp	0,2	100,0		0,8	
permanencia (sin olor) en recinto cerrado	apto	Se	99,5	0,0	1,0		0,7
	no apto	Esp	0,5	100,0		0,6	

Nota. **VPP** = valores predictivos positivos, **VPNeg** = valores predictivos negativos, **Sens** = sensibilidad, **Esp** = especificidad, **Kappa** = define el nivel de acuerdo del grupo de pruebas.

Tabla 3. Sensibilidad, especificidad, valores predictivos y nivel de acuerdo para la prueba final en caninos de trabajo

Prueba	Resultado	Sens/Esp	Aprueba	Reprueba	VPP	VPN	Kappa
lanzamiento y detección en vehículos (alerta)	apto	Se	98,1	0	1,0		0,49
	no apto	Esp	1,9	100		0,33	
lanzamiento y detección en recinto cerrado (alerta)	apto	Se	98,8	0	1,0		0,73
	no apto	Esp	1,2	100		0,58	
registro en vehículos (permanencia)	apto	Se	99,8	0	1,0		0,96
	no apto	Esp	0,2	100		0,92	
registro en recinto cerrado (permanencia)	apto	Se	100	0	1,0		0,96
	no apto	Esp	0	100		0,92	
registro en maletas y cajas (permanencia)	apto	Se	100	0	1,0		0,96
	no apto	Esp	0	100		0,92	
permanencia y registro en vehículo (sin olor)	apto	Se	99,8	0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,2	100		1,0	
permanencia y registro en recinto cerrado (sin olor)	apto	Se	99,8	0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0,2	100		1,0	
permanencia y registro en maletas y cajas (sin olor)	apto	Se	100	0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0	100		1,0	
registro, alerta y permanencia en vehículos	apto	Se	100	0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0	100		1,0	
registro, alerta y permanencia en recinto cerrado	apto	Se	100	0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0	100		1,0	
registro, alerta y permanencia en maletas y cajas	apto	Se	100	0	1,0		1,0
	no apto	Esp	0	100		1,0	

Nota. **VPP** = valores predictivos positivos, **VPN** = valores predictivos negativos, **Sens** = sensibilidad, **Esp** = especificidad, **Kappa** = define el nivel de acuerdo del grupo de pruebas.

registros cortos y con escenarios contaminados con otros olores, permitiendo niveles de discriminación confiables como los encontrados en esta investigación. Por lo anterior, es fundamental validar y estandarizar las pruebas de selección en caninos de trabajo, correlacionando las diversas variables observables: nivel de alerta, velocidad de respuesta, perseverancia, impulso de cazar, manejo de conflictos y memoria olfativa.

La perseverancia es la variable que más retira caninos (121/549) en el proceso de selección previo (tabla 4), con valores predictivos positivos y negativos muy altos (tabla 5), además con una incidencia evidente durante el entrenamiento y certificación final y concordante con los datos encontrados por Dorriety (2007), donde establece que el interés demostrado hacia un motivador, es la variable que logra que los caninos disminuyan la distracción

Tabla 4. Distribución de frecuencias de la variable que mide la perseverancia

tipo de prueba	prueba 1 (día 15)		prueba 2 (día 30)		prueba 3 (día 45)	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Perseverancia						
Inaceptable	104	18,9	96	17,5	86	15,7
Deficiente	17	3,1	25	4,6	35	6,4
Bueno	135	24,6	139	25,3	166	30,2
Excelente	293	53,4	289	52,6	262	47,7
Total	549	100,0	549	100,0	549	100,0

Tabla 5. Sensibilidad, especificidad y valores predictivos de la perseverancia

	prueba	resultado	indicador	excelente	bueno	deficiente	inaceptable	VPP	VPNeg
Perseverancia	Persev. 1	apto	se	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	
		no apto	esp	0,00	0,00	1,00	1,00	-	1,00
	Persev. 2	apto	se	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	
		no apto	esp	0,00	0,00	1,00	1,00	-	1,00
	Persev. 3	apto	se	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	
		no apto	esp	0,00	0,00	1,00	1,00	-	1,00

Nota. **VPP**=Valores Predictivos Positivos, **VPNeg** = valores predictivos negativos, **Sens** = sensibilidad, **Esp** = especificidad, **Persev** = Perseverancia.

y aumenten la capacidad de formación, atribuible al éxito del perro detector, especialmente en los caninos empleados en las ciencias forenses.

Las diferentes organizaciones que emplean perros detectores, tienen su propia acreditación interna y requisitos que garantizan la calidad (Furton et al., 2010), siendo la medición de la capacidad de los equipos caninos al realizar búsquedas seguras y sistemáticas, el componente más significativo estudiado (Rooney, Gaines, Bradshaw & Penmanet, 2007). Sin embargo, la capacidad para discriminar sustancias durante el entrenamiento y certificación final, hace que la capacidad para detectar correctamente los olores entrenados es fundamental para entender la alerta en registros reales y validados, concordante con los resultados encontrados por Lazarowski et al. (2015).

Conclusiones

Validar una prueba que garantice el nivel de discriminación y la perseverancia del canino durante los registros controlados y reales; es el punto clave para decidir si el binomio necesita un reentrenamiento para la discriminación del olor o exponerlo a otro tipo de contextos que permitan mejorar su rendimiento. El entrecruzamiento o sinergia entre el equipo canino debe ser medible, entendiendo por parte de su manejador, las señales comportamentales de cada perro (alerta) y en cada escenario; cuando se enfrenta a las diferentes pruebas ciegas.

Entender la alerta por parte del manejador al realizar las “pruebas ciegas”, indican que la capacidad del perro para diferenciar los olores entrenados tiene una relación directa con la capacidad de búsqueda en escenarios con olor y sin olor, que hacen que acreditar un perro detector implique: 1) Registrar los datos de los resultados de cada

binomio a diario, 2) Certificar los perros anualmente y de acuerdo con los protocolos establecidos en la normatividad vigente por cada entidad, 3) Establecer la confiabilidad de la prueba si se repite por segunda vez, con resultados significativamente correlacionados, 4) La prueba debe ser lo suficientemente sensible como para dar una medida significativa de desempeño, empleando una escala precisa y objetiva y 5) La prueba debe ser válida.

Como se observa, la validez de este trabajo implicó una interna (que mida lo que corresponde medir) y una externa, refiriéndose al rendimiento del binomio en la prueba y su predicción, en términos del rendimiento real en escenarios controlados al emplear pruebas ciegas. Además, la estandarización debe lograrse en un entorno que no sea de laboratorio sino en escenarios operacionales con presencia de ruidos y otras personas, logrando un perro de alto rendimiento, sin miedo y ansiedad (Rooney, Clark & Casey, 2016).

Lo anterior hace que, los costos de los diferentes procesos que impliquen perros de trabajo disminuyan (Arnott, Early, Wade & McGreevy, 2014) y generen animales que soporten el estrés ambiental producido por ruidos, otros olores y elementos distractores, certificando caninos con un “control de impulsos superior”, que garanticen una discriminación de olor y un foco o “drive” que mejore el entendimiento de la señal de respuesta por parte del manejador como los encontrados por Bray et al. (2019).

Para concluir, en Colombia no existen estudios que prueben modelos predictivos como los empleados en esta investigación, utilizando caninos detectores de sustancias, recomendando que cada prueba deba manejarse por un equipo de expertos que ajuste los contextos de búsqueda y localización de sustancias en las áreas operativas del perro de trabajo policial. Además, los resultados indican

que se requieren procesos planeados, ajustados y continuos en el desarrollo de las certificaciones, incluyendo al manejador canino; es decir, certificando el equipo canino, con el fin de tomar decisiones administrativas y de perfiles, disminuir costos, maximizar los medios logísticos y mejorar los resultados operacionales (Prada-Tiedemann, Rojas-Guevara, Bohorquez, Ochoa-Torres & Córdoba-Parra, 2019), manteniendo las mejores prácticas y que los proveedores de caninos, aumenten la calidad de los “perros verdes” y redunde en el creciente interés del rendimiento de los equipos caninos a nivel mundial, especialmente como apoyo a las ciencias forenses (Prada, Curran & Furton, 2015).

■ Ventajas y limitaciones

Aunque es una práctica común en la literatura del perro de trabajo, la naturaleza subjetiva de las evaluaciones existentes sobre el comportamiento es una limitante del estudio actual. Además, en el estudio, tres caninos fallaron antes de iniciar las pruebas y no se tuvieron en cuenta para la evaluación estadística; siendo los factores externos, como los cambios de temperatura y la adaptación de los perros a las condiciones medioambientales y nutricionales, los que inciden y afectan la evaluación.

A pesar de que en todo momento se ajustaron las variables y las pruebas se realizaron bajo iguales parámetros de medición, entorno y población, se necesitan hacer ajustes en los protocolos de adaptación de los perros a su nuevo entorno. Además, se requiere que la selección de manejadores esté ajustada al perro, para lograr una sinergia más rápida del binomio y redunde en mejores resultados.

Es necesario estudios adicionales que midan el grado de correlación entre el manejador y su canino y mejorar los protocolos sanitarios y comportamentales ajustados a cada contexto. Se necesitan investigaciones que determinen el tiempo de vida útil o tiempo de jubilación y detectar las enfermedades, los problemas comportamentales o adaptativos que pueden reducir o aumentar el tiempo de servicio del perro de trabajo. Por lo anterior se requiere continuar con investigaciones sobre la discriminación del olor en escenarios operacionales reales, observado desde las diferentes especialidades del servicio de policía (detectores de animales, papel moneda, restos humanos, narcóticos, explosivos, entre otros), con el fin de ajustar y mejorar los protocolos propuestos existentes y validar la

certificación de animales y guías caninos (Rojas-Guevara et al., 2020, en prensa).

■ Conflicto de intereses y Financiación

Este trabajo forma parte de una investigación amplia, donde los autores declaran no tener conflictos de intereses; además, la investigación fue financiada por la Policía Nacional de Colombia, como trabajo colaborativo entre: *Institute for Forensic Science of Texas Tech University*, la candidatura de la estudiante a la maestría en Ciencias Veterinarias de la Universidad de la Salle y el director e integrantes del grupo de investigación: “olfateando el conocimiento” de la Escuela de Guías y Adiestramiento Canino PONAL- Esgac, grupLAC: COL0064351, con el fin de hacer aportes a las mejores prácticas y el rendimiento de los caninos de trabajo policial, como estrategia para impactar la seguridad rural en el posconflicto.

■ Referencias

- Arnott, E., Early, J., Wade, C., & McGreevy P. (2014a). Estimating the economic value of Australian stock herding dogs. *Animal Welfare*, 23(2), 189 – 197. <http://dx.doi.org/10.7120/09627286.23.2.189>
- Brady, K., Cracknell, N., Zulch, H., & Mills, DS. (2018). A systematic review of the reliability and validity of behavioural tests used to assess behavioural characteristics important in working dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 103. <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2018.00103>
- Bray, E., Levy, K., Kennedy, B., Duffy, D., Serpell, J., & MacLean, E. (2019). Predictive models of assistance dog training outcomes using the canine behavioral assessment and research questionnaire and a standardized temperament evaluation. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 49. <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2019.00049>
- Doring, D., Haberland, B., Bauer, A., Britta, D., Dobenecker, B., Hack, R., Schmidt, J., & Erhard, M. (2016). Behavioral observations in dogs in four research facilities: Do they use their enrichment? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 13, 55-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvbeh.2016.04.002>
- Dorriety, J. (2007). Cadaver dogs as a forensic tool: An analysis of prior studies. *Journal of Forensic Identification*, 57(5): 717-725.
- Furton, K., Greb, J., & Holness, H. (2010). *The scientific working group on dog and orthogonal detector guidelines (SWG-DOG)*, 2005-IJ-CX-K031.

- Goss, K. (2019). The physical chemistry of odors — Consequences for the work with detection dogs. *Forensic Science International*, 296, 110 – 114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.01.023>
- Hayes, J., McGreevy, P., Forbes, S., Laing, G., & Stuetza, R. (2018). Critical review of dog detection and the influences of physiology, training and analytical methodologies. *Talanta*, 185, 499 – 512. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2018.04.010>
- Laflamme, D. (1997). Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Practice*, 22, 10 - 15.
- Landis, J., & Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159 - 174.
- Lazarowski, L., Foster, L., Gruen, L., Sherman, B., Fish, R., Milgram, N., & Dorman, D. (2015). Olfactory discrimination and generalization of ammonium nitrate and structurally related odorants in Labrador retrievers. *Animal Cognition*. <http://dx.doi.org/10.1007/s10071-015-0894-9>
- Lazarowski, L., Waggoner, P., & Katz, J. (2019). The Future of Detector Dog Research. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*. ISSN: 1911-4745. <http://dx.doi.org/10.3819/CCBR.2019.140008>
- Policía Nacional de Colombia. (2010b). *Manual de antinarcóticos para la erradicación manual de cultivos ilícitos*. Oficina de Planeación. Bogotá: Imprenta nacional de Colombia. http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Cifras_cuadro_mamacoca/34.pdf.
- Policía Nacional de Colombia. (2019). *Directiva Administrativa Transitoria No. 023. “Plan anual de formación, educación continua e investigación (PAE) para el personal de la Policía Nacional 2019-2020”*. Oficina de Planeación.
- Porritt, F., Mansson, R., Berry, A., Cook, N., Sibbald, N., & Nicklin, S. (2015). Validation of a short odour discrimination test for working dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 133–142.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2019). *Sistema integrado de monitoreo de cultivos ilícitos (SIMCI)*. Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2018. https://www.unodc.org/documents/colombia/2019/Agosto/Informe_de_Monitoreo_de_Territorios_Afectador_por_Cultivos_Illicitos_en_Colombia_2018_.pdf.
- Prada, P., & Chavez, M. (2015). Demining dogs in Colombia – A review of operational challenges, chemical perspectives and practical implications, *Science & Justice*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2016.03.002>
- Prada, P., Curran, A., & Furton, K. (2015). *Human scent evidence*. Ed. CRC Press, Boca Ratón.
- Prada-Tiedemann, P.A., Rojas-Guevara, J.U., Bohorquez, G.A., Ochoa-Torres, M.X., y Córdoba-Parra, J.D. (2019). *Los equipos caninos policiales: importancia de los criterios de selección, entrenamiento, certificación y rendimiento*. Bogotá: Editorial Policía Nacional de Colombia.
- Presidential Program for Comprehensive Action against Anti-Personnel Mines (PAICMA). (2019). Accessible at <http://www.accioncontraminas.gov.co/estadisticas/Paginas/victimas-minas-antipersonal.aspx>.
- Raymer, J., Rojas-Guevara, J., & Prada-Tiedemann, P. (2020, en prensa). Evaluation of decomposition residual odor using sus scrofa as a sampling model. *Revista Criminalidad*, 62 (2).
- Rojas-Guevara, J., Córdoba-Parra, J., Cajiao, M., Bohorquez, G., Prada-Tiedemann, P., y Gonzalez-Forero, R. (2020) (en prensa). *Equipos caninos detectores de animales silvestres en Colombia: estrategia del Sistema de Seguridad Rural Policial en el Postconflicto*. En Tensiones, retos y apuestas de las disciplinas en la construcción de la paz, la ruralidad y la sustentabilidad a partir del acuerdo de paz en Colombia. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. (1ª ed.). Sello Editorial Uniagraria.
- Rooney, N., Gaines, S.A., Bradshaw, J., & Penman, S. (2007). Validation of a method for assessing the ability of trainee specialist search dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 103, 90 – 104.
- Rooney, N., Clark, C., & Casey, R. (2016). Minimizing fear and anxiety in working dogs: A review. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 16, 53 – 64.
- Sinn, D., Gosling, S., & Hilliard, S. (2010). Personality and performance in military working dogs: Reliability and predictive validity of behavioral tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 127, 1 – 2, 51-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2010.08.007>
- Troisi, C. A., Mills, D. S., Wilkinson, A., & Zulch, H. E. (2019). Behavioral and cognitive factors that affect the success of scent detection dogs. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 14, 51-76. <http://dx.doi.org/10.3819/ccbr.2019.140007>
- Villarreal, C., Rojas, J., & Ochoa, M. (2018). Operational impact of canine teams in the fight against drug trafficking in Colombia: Review of their contribution, strategies and recent trends. *Scientific and Technical Review*, 37 (1). <http://dx.doi.org/10.20506/rst.37.1.2751>
- Wilson, E., & Sinn, D. (2012). Are there differences between behavioral measurement methods? A comparison of the predictive validity of two ratings methods in a working dog program. *Applied Animal Behaviour Science*, 141, (3 – 4), 158-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2012.08.012>