

Influencia de los contaminantes dentro del cañón de un arma de fuego tipo escopeta en los resultados de la prueba de GRIESS (a y b) para la detección de residuos de disparo

The Influence of Contaminants in a Shotgun Barrel on the Results of a Griess test (a and b) for Detecting Gunshot Residues

Influência de contaminantes no interior do cano de uma arma de fogo do tipo espingarda nos resultados do teste GRIESS (a e b) para a detecção de resíduos de disparo

Fecha de recepción: 2019/09/19 | Fecha de evaluación: 2020/07/25 | Fecha de aprobación: 2020/08/06

Jorge Gerardo Forero Paredes

Técnico Profesional en Balística Forense
Escuela de Investigación Criminal
Policía Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia.
jorge.forero3221@correo.policia.gov.co

Genny Marcela Ramírez Hernández

Técnico Profesional en Fotografía e Imagen Forense
Escuela de Investigación Criminal
Policía Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia.
genny.ramirez@correo.policia.gov.co

German Camilo Rodríguez Méndez

Técnico Profesional en Balística Forense
Escuela de Investigación Criminal
Policía Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia.
german.rodriguez2844@correo.policia.gov.co

Erllyson Hernández Díaz

Tecnólogo en Criminalística
Jefe de Programa Balística, Escuela de Investigación Criminal
Policía Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia
erlyson.hernandez@correo.policia.gov.co

Julián Camilo Murillo Leal

Técnico Profesional en Balística Forense
Escuela de Investigación Criminal
Policía Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia.
julian.murillo2735@correo.policia.gov.co

Jesús Alberto Solano Beltrán

Jefe Área de Investigación, Escuela de Investigación Criminal
Policía Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia.
jesus.solano@correo.policia.gov.co
ORCID.0000-0003-4707-048X

Iiba del Carmen Guerra Moreno

Magister en Educación Superior
Asesora en Investigación, Escuela de Investigación Criminal
Bogotá, Colombia
psicologailbaguerra@hotmail.com
ORCID.0000-0003-3364-5764

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Forero, J., Rodríguez, G., Murillo, J., Ramírez, G., Hernández, E., Solano, J., & Guerra, I. (2021). Influencia de los contaminantes dentro del cañón de un arma de fuego tipo escopeta en los resultados de la prueba de GRIESS (a y b) para la detección de residuos de disparo. *Revista Criminalidad*, 63(1): 61-76

Resumen

El presente estudio tuvo como **objetivo** general determinar el grado de afectación que presenta la prueba Griess (a y b), al interior del cañón del arma de fuego tipo escopeta, marca Benelli, modelo Súper Nova, con la trasmisión de los contaminantes aceite, agua lluvia, diésel y gasolina. Surge la necesidad de indagar si los contaminantes establecidos pueden afectar la realización del procedimiento descrito en el numeral 4.1 de la guía 2DC-GU-0024 “realizar procedimientos balísticos a las armas (de

fuego, neumáticas, de gas, fisto, detonadoras, eléctricas, entre otras) e ingreso a los sistemas de identificación balística”. La **metodología** utilizada fue de tipo experimental, para ello se realizó una cantidad importante de ensayos, se manipularon las soluciones A y B del reactivo de GRIESS. Como **resultado** se evidenció que los agentes contaminantes transferidos al interior del cañón (aceite 4 tiempos, diésel y gasolina) no afectan los resultados para la identificación de nitritos producto

de la combustión durante el fenómeno del disparo, caso contrario ocurre con el agua lluvia, ya que se observa que esta afecta la elaboración de la prueba, teniendo en cuenta

que sin entrar en contacto con la pólvora deflagrada, arroja como resultado una coloración rosada tenue, que indica de forma preliminar que es positiva para la presencia de nitritos.

Palabras clave

Dictamen, prueba, perito, arma de fuego (fuente: Tesouro de Política Criminal Latinoamericana - ILANUD). Prueba GRIESS (fuente: autor).

Abstract

This study's general **objective** was to determine the degree of impact a GRIESS test (a and b) may have on the inside of a Benelli Supernova shotgun barrel by transmitting contaminants, such as oil, rain water, diesel and gasoline. The need arose to research whether or not the established contaminants can affect performing the procedure described in clause 4.1 of guide 2DC-GU-0024 on "performing ballistic testing on weapons (firearms, pneumatic, gas, black powder, detonating, electrical, etc.) and entering ballistic identification systems." The **methodology** was experimental. A high number of tests were carried out,

manipulating components A and B of the GRIESS reagent. As a **result**, it was observed that contaminating agents transferred within a barrel (4-stroke engine oil, diesel and gasoline) do not affect the results of identifying nitrates resulting from combustion during firearm discharge. The opposite occurs with rain water, since it was observed that it affects preparing evidence, taking into account that it yields a light pink coloration as a result without coming into contact with combusted gunpowder, which preliminarily indicates that it tested positive for the presence of nitrites.

Keywords:

Ruling, evidence, expert, firearm (source: Latin American Criminal Policy Thesaurus - ILANUD). GRIESS test (source: author).

Resumo

O **objetivo** geral do presente estudo foi determinar o grau de afetação que o teste de GRIESS (a e b) apresenta, dentro do cano da arma de fogo tipo espingarda, marca Benelli, modelo Super Nova, com a transmissão dos contaminantes: óleo, água da chuva, diesel e gasolina. Surge a necessidade de investigar se os contaminantes estabelecidos podem afetar o desempenho do procedimento descrito no numeral 4.1 do guia 2DC-GU-0024 "realizar procedimentos balísticos em armas (armas de fogo, pneumáticas, gás, fisto, detonantes, elétricos, entre outros) e acesso a sistemas de identificação balística". A **metodologia** utilizada foi experimental, nesse sentido, foi realizado um número

significativo de testes, e as soluções A e B do reagente de GRIESS foram manipuladas. Como resultado, ficou evidente que os agentes contaminantes transferidos para o interior do cano (óleo 4 tempos, diesel e gasolina) não afetam os **resultados** para a identificação de nitritos produto da combustão durante o fenômeno de queima. O contrário ocorre com a água da chuva, pois observa-se que isso afeta o preparo do teste, visto que, sem entrar em contato com a pólvora deflagrada, produz uma leve coloração rosa, o que preliminarmente indica que é positivo para a presença de nitritos.

Palavras-chave

Parecer, evidência, especialista, arma de fogo (fonte: Thesaurus de Política Criminal da América Latina - ILANUD). Teste de GRIESS (fonte: autor).

Introducción

Hablar de justicia ha sido desde la antigüedad dialogar del delito y de los delincuentes, es decir, la justicia ha sido entendida como la aplicación de la ley al hecho criminal, y esa aplicación legal para ser justa ha de ser verídica, sujeta a la verdad; es de ahí que la idea de la búsqueda de la verdad tiene como objetivo que las personas encargadas de administrar la justicia tengan como fin esencial el esclarecimiento de los hechos punibles (Trujillo, 2015).

En la normatividad vigente de Colombia, el Estado ha legislado mediante la Constitución Política parámetros para el uso de las armas de fuego. Así las cosas, en su artículo 223 enuncia que

Solo el Gobierno puede introducir y fabricar armas, municiones de guerra y explosivos. Nadie podrá poseerlos ni portarlos sin permiso de la autoridad competente. Este permiso no podrá extenderse a los casos de concurrencia a reuniones políticas, a elecciones o a sesiones corporaciones públicas o asambleas, ya sea para actuar en ella o para presenciarlas. Los miembros de los Organismos Nacionales de Seguridad y otros cuerpos oficiales armados, de carácter permanente, creados o autorizados por la ley, podrán portar armas bajo el control del Gobierno de conformidad con los principios y procedimientos que aquella señale (Const., 1991, art. 223).

El Decreto 2535, Armas Municiones y Explosivos en Colombia, 1993, por el cual se expiden normas sobre armas, municiones y explosivos, en su artículo 1.º Ámbito, tiene por objeto fijar normas y requisitos para la tenencia y el porte de armas, municiones, explosivos y sus accesorios; clasificar las armas; establecer el régimen para la expedición, revalidación y suspensión de permisos, autoridades competentes que regulan; condiciones para la importación y exportación de armas, municiones y explosivos; señalar el régimen de talleres de armería y fábrica de artículos pirotécnicos, clubes de tiro y caza, colecciones y coleccionistas de armas, servicios de vigilancia y seguridad privada; definir las circunstancias en las que procede la incautación de armas, imposición de multas y decomiso de las mismas, y establecer el régimen para el registro de devolución de armas. Las armas, municiones, explosivos y sus accesorios destinados a la Fuerza Pública para el cumplimiento de su misión constitucional y legal, así como su fabricación y comercialización en las empresas estatales, no son objeto del presente Decreto.

Teniendo en cuenta la problemática actual de las armas de fuego con las que cuenta la delincuencia; es importante entender el objeto de estudio del hecho delictivo realizado desde la criminología, el cual es

fundamental para el trabajo de análisis, tanto desde la perspectiva del investigador criminal como desde la de los especialistas en criminalística, bien sea la de campo o laboratorio; lo que permite un mejor resultado para el trabajo (Trujillo, 2015).

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario contar con profesionales de balística forense, con el fin de contribuir a la seguridad y convivencia ciudadana mediante el desarrollo efectivo de la criminalística, definida por Moreno (2012) como la

ciencia que estudia los movimientos, velocidad, fuerza y en general los fenómenos que ocurren en la trayectoria de todo cuerpo lanzado al espacio. Este término es tan amplio que abarca misiles, cohetes y proyectiles, no solo los de un arma de fuego, sino también los lanzados a mano como las piedras o los arrojados con cualquier tipo de mecanismo sin que importe su forma o constitución (p. 145).

Se toma como punto de partida que el arma de fuego es un dispositivo mecánico que utiliza como agente impulsor un compuesto químico (pólvora), que al deflagrar o hacer combustión, produce la presión de los gases (por eso se llaman armas de fuego) que empujan los proyectiles, los cuales son lanzados al espacio con fuerza y determinada dirección (Moreno, 2016).

Se debe agregar que, por arma de fuego, se define a la máquina mecánica destinada a imprimir a un proyectil, una energía de movimiento que le permita desplazarse cierta distancia, así como un nivel de fuerza suficiente, de manera tal que pueda alcanzar el objetivo determinado y lograr los efectos previstos, utilizando para ello, como medio de propulsión, la deflagración de la pólvora (Avella, 2015). Además de las anteriores definiciones, se tiene que en la legislación colombiana, el Decreto 2535, (1993) define en su artículo sexto “que las armas de fuego son todas aquellas que emplean como agente impulsor del proyectil la fuerza creada por la expansión de los gases producidos por la combustión de una sustancia química”.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el concepto de balística interior es el estudio de los fenómenos que ocurren desde el momento en que la aguja percutora del arma golpea el fulminante de un cartucho, hasta que el proyectil abandona la boca de fuego. Dentro de la balística interior se deben tener en cuenta aspectos importantes como el proceso del disparo, hecho aislado que ocurre en milisegundos, sus diversas fases se encuentran perfectamente diferenciadas, las cuales pueden ser estudiadas separadamente; por lo tanto, puede decirse que las fases son: la percusión, la iniciación del fulminante, la combustión del propelente, el proyectil se pone en movimiento, penetración del proyectil del cañón, el proyectil abandona el cañón y, por último, el retroceso del arma (Trujillo, 2015).

En la actualidad, los técnicos profesionales en balística de las diferentes instituciones con función de policía judicial, como el Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) y el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, no emplean la prueba denominada “Determinar residuos de disparos al interior del cañón de un arma de fuego”, al considerar que esta no es pertinente por los resultados que arroja. No se puede determinar el tiempo específico de disparo, ni la cantidad de estos, razón por la cual se carece de un sustento técnico científico que demuestre que la prueba de GRIESS (a y b) se puede ver afectada por contaminantes externos al arma de fuego (Cuesta, 2016).

Pregunta de investigación: ¿Cuál es la afectación que presenta la prueba GRIESS (a y b) al interior del cañón del arma de fuego tipo escopeta marca Benelli modelo Súper Nova, en la identificación de nitritos por la transmisión de los contaminantes como aceites, agua lluvia, diésel y gasolina, teniendo en cuenta que esta es el arma de fuego de acompañamiento implementada dentro del Modelo Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes de la Policía Nacional de Colombia?

Con el fin de abordar los antecedentes para establecer la afectación de nitritos por contaminantes al interior del cañón del arma de fuego tipo escopeta, marca Benelli, Modelo Súper Nova, se referenció el estudio de Aguilar (2015), denominado *Residuos de disparo una vía de identificación de calibres de arma de fuego incriminadas en delito de homicidios, cuyo objetivo es explicitar la importancia de los residuos de disparo, en el proceso de identificación de calibres de armas de fuego, vinculadas a la comisión de delitos de homicidios*. Añade también:

Las ciencias forenses incluyen un grupo amplio e interdisciplinario de aplicaciones en la justicia civil y penal de las ciencias (química, física y biología), así como una gran variedad de áreas como la psicología, patología, psiquiatría, entomología, antropología y odontología. La química analítica forense se define como una disciplina aplicada al análisis de las muestras encontradas en la escena del crimen, cuyas conclusiones desempeñan un rol trascendental en la toma de decisiones judiciales. Esta parte de las ciencias forenses se ocupa de la caracterización y de la cuantificación de sustancias químicas como: estupefacientes, explosivos, residuos de disparo, tintas, entre otros. (Sosa, 2012, p.19).

Como resultado de lo anterior, se tiene que el estudio químico que se efectúa en el ánima del cañón tiene como finalidad la detección e identificación de residuos de nitritos ocasionados durante el disparo, demostrando con esto que el arma sí fue disparada recientemente y, a partir de estos restos, se podrá comprobar si un arma de fuego ha sido disparada, ya que siempre estarán presentes después de que haya habido una deflagración de pólvora (García, 2016).

Barrio (2014), en su artículo, *La ciencia forense desde la perspectiva de la química analítica*, publicado en el boletín número 46 de la sociedad española de química, concluye que la detección e identificación de partículas de disparos originadas al interior de los mecanismos del arma de fuego puede proporcionar una valiosa información forense, teniendo en cuenta que puede utilizarse para determinar si una persona ha realizado un disparo, y con esto orientar con certeza los indicios e hipótesis dentro de las investigaciones de tipo penal. Según la ENFSI (European Network of Forensic Science Institute) y las normas ASTM (American Society for Testing and Materials), una partícula característica de un GSR (Gun Shot Residue) debe tener un diámetro de entre 0.5 y 5 mm, y poseer un perfil elemental con base a Pb-Sb-Ba. Estos elementos provienen de los materiales iniciadores de la munición, de los componentes del proyectil y, por último, de los del arma de fuego.

Además, hay que mencionar que en la investigación técnica-científica de la criminalística se han implementado y desarrollado técnicas especiales para determinar la existencia o no de residuos de pólvora en varios lugares a través de las pruebas químicas. Este tipo de pruebas contemplan la investigación del ion nitrito, pólvora y nitrato, mediante la aplicación del reactivo difenilamina reactivo de Guttman, para la identificación de nitratos, la cual origina una coloración azul cuando es positiva; y para la identificación de nitritos se tiene los reactivos GRIESS (a y b), descubierta por Peter GRIESS y aplicada por Walker y Kirk (Palacios, 2015).

Torres. O, & Cifuentes. H (2005) mencionan en el trabajo de grado *Análisis de residuos de pólvora al interior del cañón de arma de fuego*, que al analizar los componentes de los diferentes tipos de pólvora (WOLF, NK, 9387, INDUMIL, IMI) mediante la microscopía electrónica de barrido con microsonda de dispersión energética de rayos X y espectrofotometría infrarroja, son similares; lo cual supone que los elementos de la pólvora no son los que están causando alteraciones en el momento de realizar las pruebas de GRIESS (a y b).

La Agencia Venezolana de Noticias (2012) en su artículo *Marcaje con seriales y colores serán claves para manejo de municiones en el país*, manifiesta que, de acuerdo a lo indicado por el comisionado Luis Fernández, Director de la Policía Nacional Bolivariana (PNB), es fundamental ejercer un control exhaustivo sobre las municiones, pues son estas las que en el momento de un incidente violento terminan quitándole la vida a las personas, por consiguiente, es necesario el diseño de protocolos para regular el suministro de armas y municiones en Venezuela, por lo cual se tiene previsto que las municiones se fabriquen y se diferencien por colores; así las cosas, para los miembros de los organismos de

seguridad ciudadana se les asignará el color amarillo, a los efectivos de la Fuerza Armada color plata con serial y, por último, a las academias de formación se le vende munición en plomo.

Por otra parte, es de gran importancia tener en cuenta las definiciones que se tienen a nivel global de la pólvora en sus diferentes modalidades, las cuales han nacido progresivamente con el transcurrir de los siglos; por las razones anteriores, se trae a colación las ilustraciones ofrecidas por algunos escritores. El Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) define a la pólvora como

una mezcla explosiva de distintas composiciones, originariamente de salitre, azufre y carbón, que a cierto grado de calor se inflama, desprendiendo bruscamente gran cantidad de gases, que se emplea casi siempre en granos y es el principal agente de la pirotecnia.

Por otro lado, Crespo (2015), en su trabajo de grado *Producción de Pólvoras Salinas por Vía Húmeda*, define que la pólvora negra es un explosivo débil, deflagrante, caracterizado por una velocidad de reacción atmosférica, poco sensible a la presión, requiriendo fuerte confinamiento para explosionar. Es así que como resultado del descubrimiento de este componente se crea la unidad básica de carga de un arma de fuego, conocida como cartucho.

Yanza (2010) refiere que el cartucho es un tubo metálico, plástico o de cartón que contiene en su interior los diversos componentes que van a posibilitar el disparo; en la base del cartucho se encuentra el fulminante, seguidamente la pólvora y luego se halla un tapón que puede ser disco de cartón o plástico, trapos, hilos que separan la pólvora de la carga, llamado taco o pistón de potencia, delante de este se encuentra la carga del cartucho, la cual usualmente son esferas de plomo que se denominan perdigones o postas, que en nuestro entorno es conocido como munición.

Llegado a este punto, es importante mencionar que la munición antes descrita es usada básicamente en armas de fuego tipo escopeta, de hombro, de uno a dos cañones de ánima lisa, que pueden ser yuxtapuestas o superpuestas. Es de resaltar que el término escopeta fue utilizado inicialmente para referirse a piezas de caza de aves hasta la primera mitad del siglo XIX (Bardelas, 2013) P 6.

Avanzando en el razonamiento, es importante mencionar que para efectuar un disparo con arma de fuego se debe contar con una mínima serie de partes básicas para producir este fenómeno; en la investigación titulada *Determinar las partes esenciales de la pistola Pietro Beretta modelo 92 FS calibre 9 mm para producir un disparo*, adelantada por Grajales, Rodríguez, Piñeros Jiménez & Rojas García, se puede inferir razonablemente que el

cañón del arma referenciada hace parte elemental de las 23 piezas que se necesitan para que esta pueda originar una detonación (Grajales, 2015).

Dicho lo anterior, se concluye, de acuerdo con Wilberg (2013), que cuando se dispara un arma de fuego, la gran presión de gases impulsa a través del cañón el proyectil hacia el exterior y, simultáneamente con él, son emitidas pequeñas partículas que tienen componentes del proyectil, la pólvora y el fulminante, denominadas residuos de disparos al interior del cañón, prendas, cuerpo (piel) y/o superficies sobre las cuales se haya disparado el arma de fuego.

Por otra parte, se considera que cuando es operado el disparador del arma de fuego, durante el proceso de disparo se depositan en el interior del cañón residuos de pólvora combustionada o semicombustionada, los cuales pueden ser extraídos y observados con la ayuda de un microscopio estereoscopio y consecutivamente sometido al análisis mediante la aplicación de la sustancia química llamada "Reactivo de Griess", lo que revela una coloración rosada intensa, siempre y cuando exista despojos de nitritos y nitratos; además de esto, se debe tener en cuenta que para el presente estudio el arma no debe haber sido objeto de limpieza o contaminación, lo cual podría dar como resultados falsos positivos o falsos negativos (Fiscalía General de la Nación, SF).

Dicho lo anterior, para determinar la presencia de residuos de disparos en prendas, Ruíz (2014) afirman que:

A las muestras de ropa se le aplicó el reactivo químico Griess (a y b), el cual permitió tener una expresión de resultados los cuales fueron comparados y medidos para obtener un método de medición de distancia de disparo con su correspondiente estándar, encontrándose que mediante dicha técnica el técnico en balística puede determinar el rango de distancia o la dispersión de los residuos de disparos. (p. 43)

Del mismo modo, se tiene que en la investigación *Estudio en el interior del cañón del fusil galil calibre 5.56 mm, con munición LC, IMI, IM y PMP, aplicando el reactivo Griess (A y B)*, realizada por Marín, J.E., Sánchez Álvarez, H.A., & Rincón Vargas, se establece que en los ensayos realizados no se determinaron residuos de disparos al interior del cañón en fusil galil calibre 5.56 mm, con la munición LC, IMI, IM; cosa distinta ocurrió con la munición de fogeo PMP de origen sudafricano, la cual arroja un resultado positivo al momento de practicar la prueba con los reactivos GRIESS, lo que orienta, de esta manera, la teoría que la pólvora no significa una variable del resultado negativo en las armas de fuego tipo fusil (Marín, 2011).

En vista de lo anterior, la presente investigación motiva a los suscriptos a investigar posibles factores determinantes, en los cuales la prueba GRIESS (a y b) puede

variación con el resultado de esta; para lograr establecer esto, se toma como referencia los siguientes elementos contaminantes: aceite, agua lluvia, diésel y gasolina, los cuales se encuentran en condiciones periódicas dentro del arma de fuego, con el fin de comprobar si estos alteran o no el resultado final de la prueba que se realiza al interior del cañón, lo que permite que el procedimiento descrito en el numeral 4.1 *Procedimiento para el análisis residuos de pólvora al interior del cañón* de la guía (2DC-GU-0024) “Realizar procedimientos balísticos a las armas (de fuego, neumáticas, de gas, fisto, detonadoras, eléctricas, entre otras) e ingreso a los sistemas de identificación balística” se efectúe con el propósito de fortalecer y constituir una herramienta de ayuda para el perito en balística.

Método

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, teniendo en cuenta que se tomaron muestras de residuos de disparos al interior del cañón del arma de fuego tipo escopeta, marca Benelli, modelo Súper Nova, a fin de evaluar la afectación que pueda presentar los contaminantes agua (lluvia), aceite para motor (4 tiempos), diésel (destilado medio) y gasolina (destilado liviano) al interior del cañón al momento de realizar la prueba GRIESS (a y b), obteniendo de lo anterior un resultado confiable y objetivo; esto teniendo como base teórica lo mencionado por Hernández, Fernández y Baptista (2014), quienes indican que la investigación de tipo experimental es aquella que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados.

Variables de Análisis

Para la selección de las variables, se toma como punto de partida los contaminantes aceite para motor cuatro tiempos, diésel destilado medio, y gasolina destilado liviano desde el ámbito controlado, y el agua lluvia como no controlado, teniendo en cuenta que los mismos se encuentran en ambientes cotidianos. Con base a lo mencionado por Abreu (2012), se infiere razonablemente que los elementos objeto de estudio son convenientes, toda vez que se acogen a las particularidades del qué, cuándo, dónde y cómo.

Instrumento de medición

Como instrumento de medición para la recolección y análisis de las presentes variables que se tienen como contaminantes, se toma el método cualitativo de la observación y la experimentación, según la experiencia de los señores temáticos, quienes establecen una hipótesis al mencionar que en la actualidad la Policía Nacional no cuenta con un método técnico ni científico para determinar el grado de afectación al realizar el análisis de residuos de pólvora al interior del cañón de un arma de fuego mediante el uso de los reactivos GRIESS (a y b).

Es por esto que, para la escogencia del instrumento de medición, se tomó como base lo mencionado por Romo (2016) quien afirma que la observación es la enseñanza de las ciencias como una de las materias principales en donde el individuo aprende a desarrollar sus primeras habilidades investigativas al explorar y comprender el mundo natural y social que los rodea. Dicha observación se plasma bajo el análisis descriptivo que se da del desprendimiento de los objetivos específicos planteados en cada una de las fases.

Elementos Utilizados

En la fase de campo fue necesario utilizar dos armas de fuego tipo escopeta, marca Benelli, modelo Súper Nova, calibre 12 Gauge, de series Z718408014 y Z649574B, cincuenta cartuchos, calibre 12 gauge, marca Federal del lote 01 FC, recuperador acuoso, los cuales fueron suministrados por la Dirección de la Escuela de Investigación Criminal “ESINC” a través del grupo de armamento, elementos de bioseguridad y seguridad industrial (tapa oídos marca 3M, guantes de nitrilo en látex, máscara de gases industrial marca 3M, gafas industriales, bata de laboratorio y cinta de acordonamiento).

Prosiguiendo con la investigación en la fase de laboratorio, fue necesario utilizar los dos cañones de las escopetas objeto de estudio, plastilina industrial marca Keter, reactivos GRIESS (a y b), tubos de ensayos marca Hitachi Koki, gradilla en madera, probeta graduada en plástico, recipiente en vidrio de 20 x 40 cm, estopa industrial, Kit de aseo para escopeta, marca Beretta (baqueta en madera con tres uniones, cepillo en material de polietileno, cepillo en material de acero, cepillo en material textil, aceite PL-A5, Solvente PL-S5), tela en algodón, elementos contaminantes (aceite comercial para motor 4 tiempos marca PETROBRAS, agua lluvia, DIÉSEL comercial destilado medio y gasolina comercial destilado liviano), equipo analizador de fluorescencia de rayos X marca Thermo Scientific, de referencia Niton

XL3T, equipo de espectrofotometría infrarrojo por transformadora de Fourier (FTIR) marca Shimadzu, de referencia Prestige - 21 y el equipo cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama (FID) marca Varían, de referencia CP 3800, elementos de bioseguridad y seguridad industrial (tapa oídos marca 3M, guantes de nitrilo en látex, máscara de gases industrial marca 3M, gafas industriales, numeradores y bata de laboratorio).

Procedimiento

Fase I. Componentes

Para establecer la composición química de los reactivos GRIESS (a y b) usados en el desarrollo de la presente investigación, se manejó el método de reacción de diazotación de GRIESS, en la que se fundamenta el reactivo de Peter GRIESS; además de esto cabe señalar que Martínez (2015) menciona en su trabajo de grado *Análisis de signos característicos en las heridas producidas por el paso de proyectiles disparados por armas de fuego calibre 9 mm con el fin de establecer distancia posición de víctima y victimario*, que los nitritos se evidencian específicamente a través de la técnica ideada por J.T. WALKER en 1937, la cual es basada en el uso del "Reactivo de Griess". Este reactivo se basa en dos soluciones:

- ✓ Solución A: 50 ml de ácido acético glacial.
100 ml de agua destilada.
0,5 g de ácido sulfanílico.
- ✓ Solución B: 120 ml de agua destilada y desionizada caliente.
30 ml de ácido acético concentrado.
0,1 g de alfa-naftilamina.

Al momento de efectuar la práctica se procede a mezclar las soluciones "A" y "B" en una sola, sobre la zona a analizar descubriendo posteriormente la presencia de restos o partículas que contengan nitritos, si se obtiene una solución de color rosado, el resultado del análisis es positivo; por el contrario si no se obtiene ningún tipo de coloración en la solución, dicho análisis se considera negativo.

Fase II. Identificación.

Con el fin de determinar el porcentaje de residuos de disparos por medio de los reactivos GRIESS (a y b), se procedió a efectuar cuarenta y dos detonaciones utilizando como herramienta dos escopetas marca Benelli, modelo Súper Nova, a las cuales se les transfirió de manera controlada tres contaminantes: aceite para motor 4 tiempos, diésel destilado medio, y gasolina destilado liviano al interior del cañón, con el ánimo de evidenciar la presencia o ausencia

de los restos de disparos mediante catorce repeticiones respectivamente con cada elemento contaminador, el cual, mediante el método cuantitativo, arroja un resultado porcentual de 100%.

Fase III. Análisis.

Una vez analizados los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el reactivo GRIESS (a y b) al interior de los cañones de las dos armas de fuego tipo escopeta, marca Benelli, modelo Súper Nova, se pudo establecer que los contaminantes aceite para motor 4 tiempos, diésel destilado medio y gasolina destilado mediano, no afectan en la identificación de nitritos producto de la combustión de la pólvora durante el fenómeno del disparo.

En lo que se refiere al contaminante agua (lluvia), se evidencia que este afecta la realización de la prueba de análisis de residuos de pólvora al interior del cañón, teniendo en cuenta que, sin entrar en contacto con la pólvora deflagrada, arroja como resultado una coloración rosada que indica positivamente la presencia de nitritos.

Resultados

De manera análoga con los objetivos específicos planteados durante el desarrollo del presente artículo científico, se obtuvieron los siguientes resultados: una vez establecida la hipótesis de que en la actualidad la Policía Nacional no cuenta con un método técnico ni científico para determinar el grado de afectación con los contaminantes aceite para motor 4 tiempos, diésel destilado medio, gasolina destilado mediano y agua (lluvia), al realizar el análisis de residuos de pólvora al interior del cañón de un arma de fuego mediante el uso de los reactivos Griess (a y b), se procedió a enviar al laboratorio de química de la Dirección de investigación Criminal e Interpol, cada uno de los elementos seleccionados como contaminantes para el desarrollo de las pruebas de ensayos, con el fin de identificar la composición física y química de los agentes externos mediante el análisis químico instrumental, obteniendo así los siguientes resultados:

Aceite para motor 4 tiempos

Este agente contaminante presenta compuestos principalmente de cadenas lineales parafínicas derivados de los hidrocarburos acompañados de aditivos con bases de compuestos metálicos tales como calcio, magnesio, zinc y fósforo. Ver figura 1.

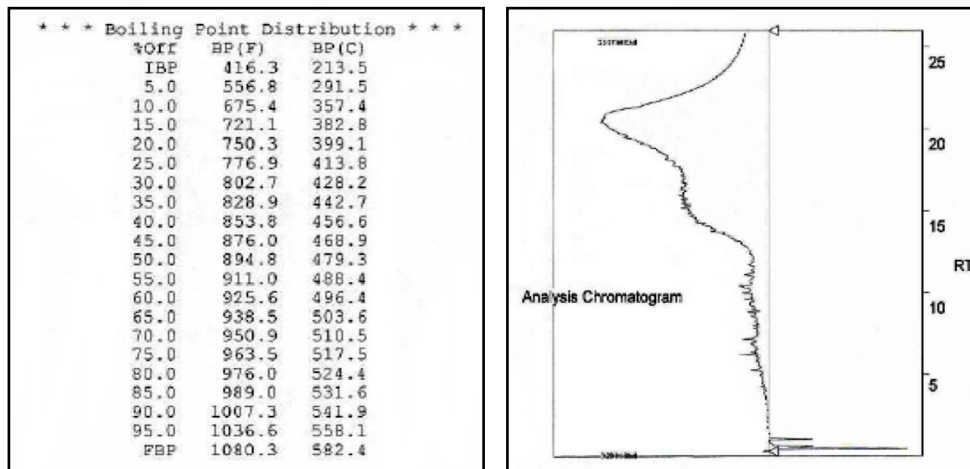


Figura 1. Perfil Cromatógrafo Aceite.

Fuente: Equipo de Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (FID).

La muestra analizada que se observa en la figura No. 1 presenta un perfil cromatográfico similar al de un aceite lubricante analizado mediante la técnica instrumental Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (FID).

Diésel destilado medio

Contiene, básicamente, una mezcla de hidrocarburos de cadenas de hidrógenos y carbonos del c4 al c25, con propiedades combustibles líquidos con composición principal de parafinas seguido de una menor proporción de compuestos aromáticos como se detalla en la figura 2.

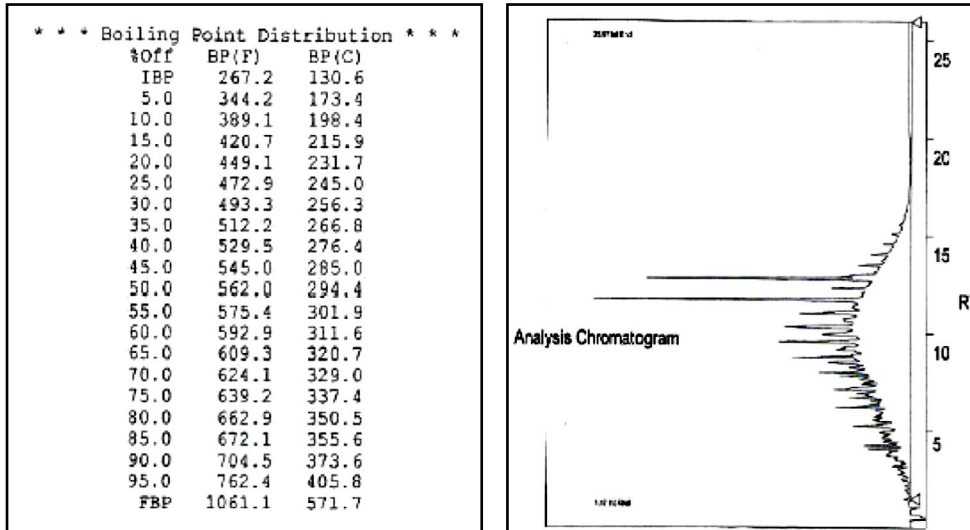


Figura 2. Perfil Cromatógrafo Diésel.

Fuente: Equipo de Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (FID).

El modelo estudiado presenta un perfil cromatográfico similar al de un hidrocarburo medio, tipo diésel, analizado mediante la técnica instrumental Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (FID).

Gasolina destilado liviano

Una vez realizado el análisis, muestra como componentes una mezcla de hidrocarburos de cadenas de hidrógenos y carbonos del c4 al c11, con propiedades combustibles líquidos con composición de parafinas, naftenos, olefinas y aromáticos como se observa en la figura No. 3.

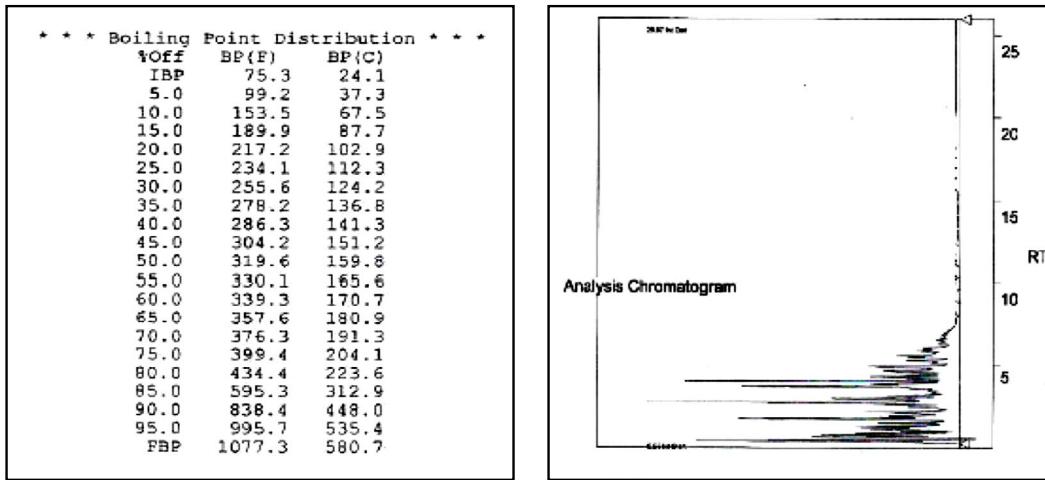


Figura 3. Perfil Cromatógrafo Gasolina.

Fuente: Equipo de Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (FID).

El ejemplar examinado presenta un perfil cromatográfico similar al de un hidrocarburo liviano, tipo gasolina analizada mediante la técnica instrumental Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (FID).

(FTIR), la prueba analizada de este contaminante reporta bandas de absorción de agua compuesta químicamente de hidrógeno y oxígeno; por otra parte, hay que mencionar que al realizar la reacción de identificación de coloración de la prueba de GRIESS se observa la formación de una tonalidad rosada tenue al mezclarse las dos soluciones a y b, indicando positivamente la presencia de nitritos para esta variable no controlada.

Agua lluvia

Mediante el análisis de la técnica instrumental de Espectroscopia Infrarroja con Transformadas de Fourier

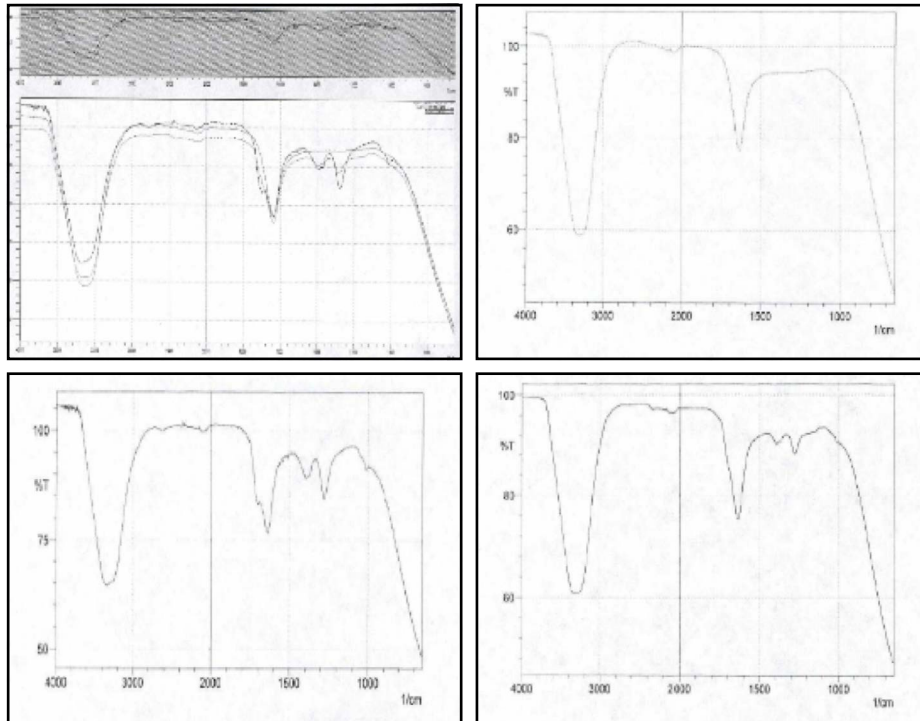


Figura 4. Composición Química Agua Lluvia.

Fuente: Equipo de Espectroscopia Infrarroja con Transformadas de Fourier (FTIR).

Cartucho Calibre 12 Gauge

La señalada munición está compuesta, principalmente, por nitrocelulosa, azufre, nitrato de potasio y carbón, de acuerdo con lo ilustrado en el reporte de la Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier

(FTIR), del equipo IR prestige 21, marca Shimadzu. Por otra parte, para identificar los elementos metálicos que se encuentra en el cartucho, se empleó el equipo de Fluorescencia de Rayos X, marca Thermo Scientific, de referencia Niton XL3T, para el análisis químico elemental como aparece en la tabla No. 1 y la figura No. 5.

Tabla 1.
Propiedades químicas de la pólvora en el cartucho calibre 12 Gauge

Tiempo	Elemento	%	±2σ
180.2 seg.	Silicio (Si)	0,303	0,030
	Fósforo (P)	0,038	0,018
	Azufre (S)	1,90	0,04
	Cloro (Cl)	0,021	0,005
	Potasio (K)	1,29	0,03
	Calcio (Ca)	0,080	0,009
	Titanio (Ti)	0,005	0,002
	Hierro (Fe)	0,004	0,003
	Cobre (Cu)	0,003	0,001

Fuente: Equipo de Fluorescencia de Rayos X, de referencia Niton XL3T.

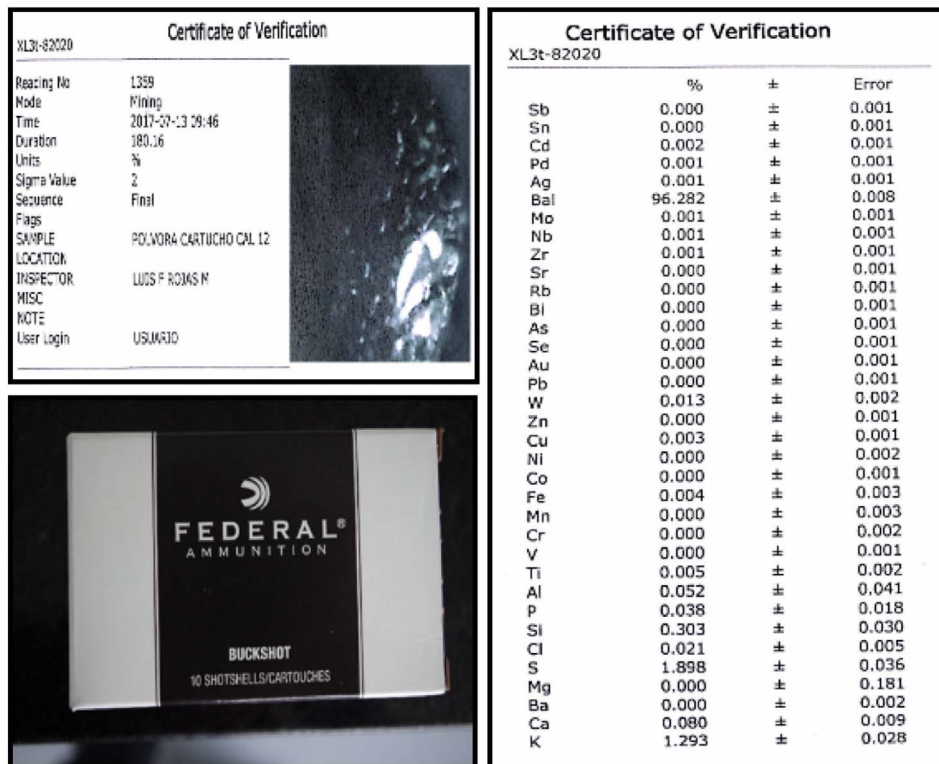


Figura 5. Reporte de Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier de la munición federal.

Para establecer las propiedades físicas y químicas del aceite PL-A5 y solvente PL-S5, se toma como referencia los datos suministrados en las hojas de seguridad de la empresa TOBAR & TOBAR S.A.S., allegados a los

contratos de compraventas PN DIRAF No.06-2-10139-13 y PN DIRAF No.06-2-10143-13, celebrado entre la Policía Nacional y la firma antes mencionada, cuyo objeto era la adquisición de aceites y solventes. Ver tablas 2 y 3.

Tabla 2.
Propiedades físicas y químicas del aceite lubricante PL-A5

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
1. BASE Aceite Mineral	Densidad 15°C	Kg/l	0,862
	Viscosidad 40°C	cSt	22
	Viscosidad 100°C	cSt	4.22
	Índice de viscosidad		95
	Punto de inflamación (Copa abierta)	°C	194
	Punto de fluidez	°C	-12
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
2. ADITIVO Compuesto Siliconado	Densidad 25°C	Kg/l	0,968
	Coefficiente térmico de viscosidad		0,60
	Contenido volátil a 150° C	%	0.09
	Pour point	°C	-65
	Punto de inflamación (Copa abierta)	°C	>326
	Punto de fluidez	°C	-27
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
SOLVENTE ADITIVO	Gravedad API		43,1
	Punto de inflamación	°C	38
	Viscosidad 40°C	cSt	2,6
	Color ASTM		5

Fuente: Hoja de seguridad aceite lubricante PL-A5. Flavio Tobar Álvarez, 2013.

Tabla 3.
Propiedades físicas y químicas del solvente PL-S5

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
1. BASE Líquido solvente	Densidad 15.6°C	Kg/l	0,78
	Índice de refractividad 25°C		1,43
	Contenido aromático	% en peso	0,69
	Punto de anihilina en °C	°C	69,2
	Punto de inflamación (Copa Abierta)	°C	45
	Contenido de sulfuros	ppm	>1
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
2. ADITIVO Alcoholes tipo 1	Densidad 20°C	Kg/l	0,81
	Título alcoholímetro a 20°C	%V/V	95,6
	Acidez total	% m/V	0,0005
	Contenido de metanol	% m/V	0,0025
	Color	Und. APHA	5
	Dieftilfitalato	%V/V	0,50
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
Alcoholes protectores Del tipo 2	Densidad 20°C	Kg/l	1,048
	Punto de inflamación	°C	119
	Punto de ebullición a 1 atmósfera	°C	265
	Índice de refractividad		1,49
	Presión de vapor a 134°C	Mm de Hg	11
	Humedad	%	0,002
3. Aromatizante	Esencia aromatizante de olor característico		

Fuente: Hoja de seguridad solvente PL-S5. Flavio Tobar Álvarez, 2013.

Una vez analizados los elementos seleccionados como contaminantes y utensilios para el desarrollo de las pruebas de ensayos, se procedió a materializar en el laboratorio de química de la Escuela de Investigación Criminal, la transferencia de contaminantes de acuerdo con las variables que se tienen como controlada y no controlada, así:

VARIABLES CONTROLADAS

Aceite para motor 4 tiempos, diésel destilado medio y Gasolina destilado mediano: para iniciar con el

procedimiento de investigación, se procedió a tener en cuenta las medidas de seguridad (bioseguridad, seguridad industrial), seguidamente se realizó la prueba de control negativo y positivo a los reactivos y elementos a utilizar dentro de la actividad, como se observa en las figura 6, hallando como resultado que el mismo arroja negativo para la presencia de nitritos producto de la combustión de la pólvora, teniendo en cuenta que no se logra percibir visualmente la formación de ningún tipo de coloración en la solución de GRIESS aplicada.



Figura 6. Prueba Control Negativo y Positivo.

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a esto, se efectuaron cuarenta y dos disparos con las armas objeto de análisis, de series Z718408014 y Z649574B, a las cuales se les transfirieron los contaminantes mencionados mediante la extracción de los cañones conforme se iban efectuando las detonaciones, con el fin de

impregnar consecutivamente cada una de estas con cada agente; luego de esto, se aisló uno de los extremos del cañón con plastilina industrial libre de partículas nitrogenadas, luego, con el gotero de la solución GRIESS A, se aplicaron diez gotas al interior del cañón, esto teniendo en cuenta la longitud de la pieza, e

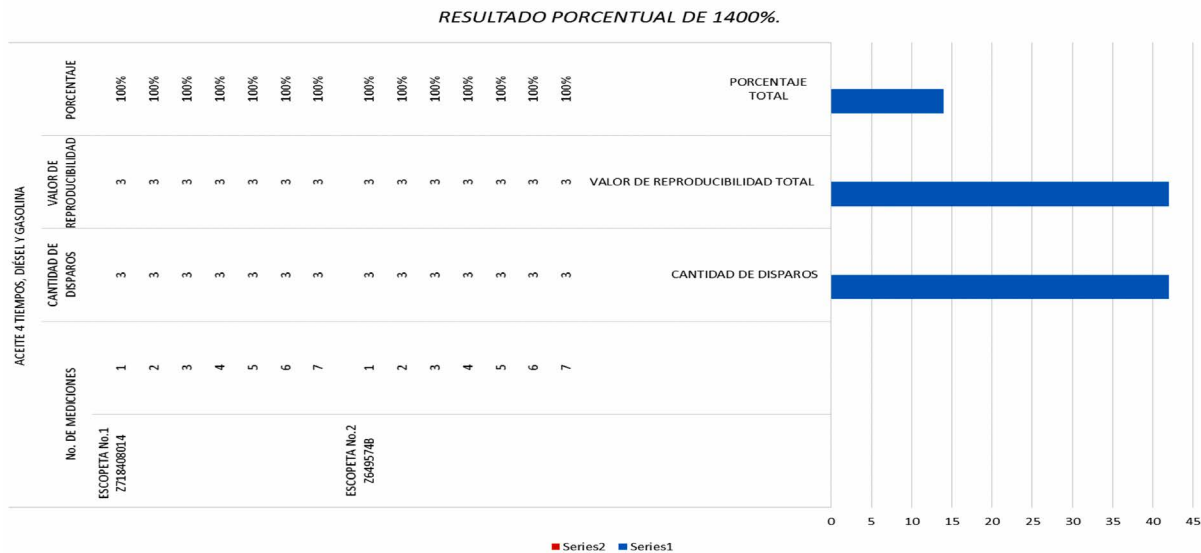
inmediatamente se administró la misma cantidad de gotas de la solución GRIESS B; es de aclarar que los goteros se usaron de forma independiente con cada uno de los reactivos.

Después de aplicar estas sustancias de GRIESS, se aisló el otro extremo del cañón con plastilina industrial y se procedió a agitar el mismo, con el fin de que las dos soluciones actúen sobre los posibles residuos de pólvora que hayan quedado producto de la combustión. A la postre de este procedimiento se destapó uno de los extremos del cañón y dicha solución fue vertida dentro de un tubo de ensayo en óptimas condiciones de limpieza; del anterior procedimiento se observa una sustancia color rosada,

que indica que el resultado del análisis es positivo para la presencia de nitritos producto de la deflagración de la pólvora.

El procedimiento se efectuó consecutivamente en catorce ocasiones con cada contaminante expuesto al cañón de las escopetas, con el ánimo de evidenciar si el mismo presenta repetitividad en el resultado colorimétrico una vez contaminado con cada agente como se observa en la tabla 3. De igual forma, se aclara que, el interior del cañón fue sometido a limpieza con el solvente PL-S5 y el aceite lubricante PL-A5, con el fin de neutralizar la acción del reactivo en el desarrollo de cada análisis.

Tabla 4.
Resultado porcentual de 100%.



Fuente: Elaboración propia.

En la descripción de la gráfica representada en la tabla número tres se puede comprobar visualmente que se realizó cuarenta y dos disparos con las dos escopetas y con cada contaminante, discriminándolos a siete repeticiones por cada arma, el cual arroja un resultado total porcentual de 100%, es decir que en la praxis del laboratorio la prueba solo se realiza una vez, y en la presente investigación se realizó catorce veces por cada contaminante, aumentando así su valor de reproducibilidad y evidenciando que esta no es afectada por los agentes expuestos al momento de la identificación de los nitritos productos del fenómeno del disparo.

Variable no controlada

Agua lluvia: con este contaminante se procedió a realizar la prueba de control negativo y positivo a los reactivos y elementos a manejar dentro del análisis, hallando como resultado que este arroja una coloración rosada que indica como consecuencia del análisis que es positivo para la presencia de nitritos orgánicos presente en el ambiente; por consiguiente, no se procede a efectuar los disparos. Es importante destacar aquí que al agua lluvia se le practicaron las pruebas en catorce repeticiones al interior del cañón, de las cuales todas dieron positivo sin entrar en contacto con la pólvora, toda vez que las piezas se encontraban neutralizadas cuando fueron sometidas

a limpieza con el solvente PL-S5 y el aceite lubricante PL-A5.

Discusión

Si las autoridades judiciales no cuentan con un método técnico ni científico para determinar el grado de afectación al realizar el análisis de residuos de pólvora al interior del cañón de un arma de fuego mediante el uso químico de la prueba colorimétrica de los reactivos GRIESS (a y b), elementos usados de manera cotidiana por el personal de expertos en balística, para el desarrollo del procedimiento de identificación de restos de pólvora en cañones de armas de fuego; el resultado de esta investigación es fundamental, pues a partir de estos los técnicos en Balística Forense podrán presentar dictámenes argumentados científicamente a las autoridades competentes que así lo requieran.

Al comprobar plenamente cuál es la afectación que presenta la prueba de GRIESS (a y b) al interior del cañón, en la identificación de nitritos por la transmisión de contaminantes al interior del cañón una vez disparada el arma bajo análisis, permitirá al técnico profesional en balística presentar a las autoridades judiciales evidencias efectivas que permitan el esclarecimiento de hechos punibles.

En este estudio también se pone de presente el apoyo interdisciplinario de otras áreas de la ciencia, como la Química Analítica Forense, definida por Sosa *et al.* (2012) como “una disciplina aplicada al análisis de muestras encontradas en la escena del crimen, cuyas conclusiones desempeñan un rol trascendente en la toma de decisiones judiciales”, para el caso específico se requería analizar la afectación de la prueba GRIESS (a y b) con el fin de demostrar científicamente si un arma fue o no disparada y, por lo tanto poderla incluir en el proceso judicial que se adelante, su aplicación permitió entonces establecer que, efectivamente, el arma debe ponerse a disposición de la autoridad.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con los reactivos GRIESS (a y b) al interior de los cañones de las dos armas de fuego, se concluye que la composición química de los contaminantes aceite para motor 4 tiempos, diésel destilado medio y gasolina destilado liviano, no afectan a la identificación de la presencia de nitritos de pólvora adheridos en el ánima del cañón de las dos escopetas, una vez realizado el fenómeno de disparo.

En contraste con lo anterior, con el contaminante agua lluvia tomada de la ciudad de Bogotá se evidenció afectación en la práctica del estudio con los reactivos de GRIESS, teniendo en cuenta que al realizar la

prueba “control de los reactivos” dio como resultado falso positivo, lo que indica la presencia de posibles compuestos nitrogenados (nitritos) al observarse la formación de una coloración rosada tenue al mezclarse las dos soluciones (a y b), sin entrar en contacto con la pólvora, lo que podría indicar que esta reacción se presenta, asumiendo como causante el ciclo del nitrógeno. Cirelli (2012), en su artículo *El agua un recurso esencial*, afirma que:

La mayoría de las plantas pueden absorber nitrógeno sólo en la forma más oxidada, como nitrato, con lo que el amoníaco o el ión amonio utilizados como fertilizantes deben, primero oxidarse por medio de microorganismos antes de ser útiles para la vida de las plantas. Estos procesos de óxido-reducción entre las diferentes especies de nitrógeno, catalizados por microorganismos se conocen como ciclo del nitrógeno. (p.162)

A su vez, se debe agregar que otro factor identificado es la acidez extra en la lluvia, la cual procede de la reacción de los contaminantes, principalmente el óxido de sulfuro y el óxido de nitrógeno, que con el agua contenida en el aire forman ácidos fuertes, como ácido sulfúrico y el ácido nítrico, aunque también se presenta en menor grado por fuentes naturales (Aristizabal, 2000).

Por lo descrito hasta aquí con la variable no controlada, se recomienda reajustar el contenido documental de esta investigación, teniendo en cuenta que en los laboratorios de Balística Forense a nivel nacional, ofrecen dentro de su portafolio de servicio varios procedimientos en los cuales se emplea los reactivos químicos GRIESS; es por ello que se debe realizar esta salvedad y dar a conocer a la comunidad técnico-científica, que este elemento genera interferencias que pueden generar falsos positivos dentro de los procedimientos mencionados al activarse colorimétricamente el reactivo químico en mención.

Conclusiones

Se puede concluir, de manera certera, que los componentes externos como el aceite para motor cuatro tiempos, diésel destilado medio y gasolina destilado liviano, no influyen durante el ensayo de residuos de disparo al interior del cañón de arma de fuego.

Por otro lado, es posible obtener un falso positivo en el mismo ensayo si el ánima del arma de fuego tuvo algún tipo de contacto con agua lluvia, por lo cual se

enfatisa en los protocolos de recolección y embalaje de evidencias físicas.

De igual manera que a partir de las buenas prácticas de laboratorio, el análisis de residuos de pólvora al interior del cañón de un arma de fuego es confiable, siempre y cuando se sigan los protocolos establecidos para el desarrollo de esta, permitiendo con esto que los procedimientos se fortalezcan y así se constituyan en una herramienta de ayuda para el experto en balística.

Finalmente, el tipo de reactivos usados para este tipo de ensayos son muy sensibles en su uso y aplicación debido a que se puede manipular fácilmente su resultado al entrar en contacto con diferentes partículas de materiales, en el caso que nos atañe se descartaron de manera segura aceite para motor 4 tiempos, diésel destilado medio y gasolina destilado liviano, y se tiene conocimiento que al contacto con agua lluvia presenta un resultado erróneo, además se desconoce con qué otros materiales se puede presentar un falso positivo en los resultados.

Conviene subrayar que esta investigación se constituye en un documento técnico-científico pilar para el establecimiento de políticas institucionales, tendientes en orientar mediante la elaboración de dictámenes periciales rendidos a la Fiscalía General de la Nación, la interpretación acertada de los resultados en donde se vean inmersas armas de fuego accionadas en procedimientos conocidos por el personal uniformado, como es el ejemplo del patrullaje urbano y rural de las Fuerzas Militares y de Policía.

Referencias

- Abreu, J. L. (2012). Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *DAENA International Journal Of Good Conscience*, 187-197.
- Agencia Venezolana de Noticias. (29 de enero de 2012). Marcaje con serial de colores serán claves para manejo de municiones en el país. *Clave para manejo de municiones Agencia Venezolana de noticias*. Venezuela.
- Aguilar, J. (2015). Residuos de Disparos una vía de identificación de calibres de armas de fuego incriminadas en delitos de homicidios. Trabajo de grado. Carabobo, Venezuela. <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2528/jrodriguez.pdf?sequence=1>
- Aristizabal, G. (2000). Particularidades de la lluvia ácida e Santa Fe de Bogotá. *Revista Meteorología Universidad Nacional de Colombia*, 1, 69-65 .
- Avella. (2015). *Armas de fuego*. Málaga: RUIIMA.
- Bardelas, E. (2013). P.6. Sistemas automatizados de identificación balística y de huellas dactilares utilizados actualmente en la investigación criminal y Forense en Guatemala. *Universidad Rafael Landivar. Guatemala*. (<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/07/03/Gatica-Eder.pdf>)
- Barrio, R. (Junio No. 46 de 2014). La ciencia Forense desde la perspectiva de la Química Analítica. *Sociedad Española de Química Analítica*. España.
- Torres, O., & Cifuentes, H. (2005). Análisis de Residuos de Pólvora al interior del cañón de arma de fuego. Colombia Escuela de Investigación Criminal. <http://168.227.244.104:8083/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=23193>
- Cirelli, A. (2012). El agua un recurso esencial. *Revista Química Viva* (3), 147-169.
- Congreso de la República. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá.
- Crespo Prieto, E. (2015). *Politécnica Biblioteca Universitaria*. Obtenido de <http://oa.upm.es/>: [http://oa.upm.es/3972/1/PFCMILIO JOSE CRESPO PRIETO](http://oa.upm.es/3972/1/PFCMILIO_JOSE_CRESPO_PRIETO)
- Cuesta, R. P. (2016). Afectación de nitritos por contaminantes al interior del cañón de armas de fuego tipo pistola SIG SAUER SP2022, JERICHO 941 Y PRIETO ERTTA 92FS. Bogotá. Decreto 2535 *Armas Municiones y Explosivos en Colombia*. (1993). Bogotá.
- Diccionario de la Lengua Española. (014). Diccionario de la Lengua Española. *Edición del Tricentenario*. España.
- Fiscalía General de la Nación Circular 134. (2008). Circular 134. Bogotá.
- García, M. (2016). Efectividad de la técnica Peter Gries von-illoswa. *Visión criminológica-Criminalística*. (p. 16-22)
- Grajales, R. P. (2015). Determinar las partes esenciales de la pistola Prieto Beretta Modelo 92FS calibre 9mm para producir un disparo. Colombia, Policía Nacional.
- Hernández, F. B. (2014). *Metodología de la Investigación Científica*. México: Mc Graw Hii.
- Marín, J. S. (2011). Estudio en el interior del cañón del fusil calibre 5.56 mm. con munición Icmi, im i omo aplicando el reactivo Griess a y b. Colombia Policía Nacional.
- Martínez, L. (2015). Análisis de signos característicos en las heridas producidas por el paso de proyectiles disparados por arma de fuego calibre 9 mm con el fin de establecer distancia, posición de víctima y victimario. Distrito Metropolitano de Quito Policía Nacional, Ecuador.
- Moreno. (2012). *Criminalística práctica*. Bogotá: Temis.
- Moreno, M. (2016). *Balística, Teoría y práctica*. Bogotá: Temis.
- Romo, H. S. (2016). Enseñanza Aprendizaje de Ciencia e Investigación en Educación Básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3).

- Ruiz, R. C. (2014). Pcedimiento alterno para la identificación del Rango de distancia de Disparo en tela tipo dacrón impactada por proyectil calibre 38 Special. Colombia.
- Sosa, J. (11 de octubre de 2012). Análisis de residuos de disparos por cromatografía de gases con detector selectivo de masas y por cromatografía. Santiago de Cali, Colombia.
- Trujillo. (2015). *Investigación*. Bogotá: Sigma.
- Trujillo L. (2015). *Criminalística*. Bogotá, Bogota.
- Trujillo L. (2015). *Criminología y Medicina Legal*. Bogotá: SIGMA.
- Wilberg, D. (enero-marzo de 2013). <http://www.uv.es/>. Obtenido de <http://www.uv.es/gicf/4artstukeGICF06>: <http://www.uv.es/gicf/4artstukeGICF06>
- Yanza, V. (2010). Lesiones por arma de fuego en las salas de emergencias del Hospital Vicente Corral de la Ciudad de cuenca. Cuenca.