

PERSISTENCIA DE RESIDUOS DE DISPARO EN PUÑOS DE PRENDAS DE VESTIR**GUNSHOT RESIDUES PERSISTENCE IN CLOTHING CUFFS**

Stuke, M¹
Wilberger, D¹
Soldati, A^{1,2}

¹Sección de Física Forense, Centro Atómico Bariloche, CNEA. Argentina.
²CONICET. Argentina

Correspondencia: marina.stuke@cab.cnea.gov.ar

Resumen: La detección de partículas de residuos de disparo (RDD) en las ropas de un sospechoso es una evidencia muy importante en los casos judiciales para determinar si la persona disparó o no un arma de fuego. Sin embargo, debido a simples roces con otras superficies, las partículas asociadas al disparo se pierden por la actividad física de una persona. En este estudio se analizó la permanencia de los RDD retenidos sobre puños de prendas de vestir, luego de disparar una pistola calibre 9 mm. Valiéndose de la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) combinada con Espectrometría de Energía Dispersiva (EDS) se caracterizó la morfología, composición y densidad de los RDD recolectados, teniendo en cuenta distintos tiempos de recolección y manipulación de la prenda.

Palabras Claves: Criminalística, Ciencias Forenses, Residuos de disparo, persistencia, puños, prendas, SEM/EDS

Abstrac: Detection of gunshot residue particles (GSR) in the clothing of a suspect is a very important evidence in court cases to determine whether or not the person fired a gun. However, due to simple friction with other surfaces, the particles associated to the trigger or shut is lost by a person's physical activity. In this study we examined the permanence of the RD cuffs retained on clothing, after firing a 9 mm pistol. Using the technique of scanning electron microscopy (SEM) combined with Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) morphology, composition and density of collected GSR were characterized, taking into account different times of collection and handling of the garment.

Keywords: Criminalistics, Forensic Science, Gunshot residue, Persistence, Cuffs, Clothes, SEM/EDS

INTRODUCCIÓN

Cuando se dispara un arma de fuego, la gran presión de gases impulsa al 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 disparo (RDD). Los RDD se depositan en pequeñas cantidades en las superficies cercanas al lugar del disparo y su reconocimiento y caracterización pueden ser determinantes a la hora de resolver un crimen. Partículas compuestas con Plomo, Antimonio y Bario, que posean un tamaño de entre 0,5 y 100 µm de diámetro son consideradas “específicas” de los residuos de disparo. Partículas con una composición que combine sólo uno o dos de estos elementos son consideradas partículas “características” (1). Entre las técnicas de análisis convencionalmente utilizadas, la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) combinada con Espectrometría de Energía Dispersiva (EDS) es la más aceptada para estudiar residuos de disparo (2), ya que permite obtener la información elemental de cada partícula junto con su morfología y tamaño.

Para el análisis eficaz de un caso, la persistencia de los RDD es una variable importante a tener en cuenta. Las partículas características y específicas relacionadas al disparo del arma de fuego, se depositan en las manos, cara, cabello y ropas de la persona que dispara (3). Sin embargo, estas partículas se pierden por la actividad de una persona, o debido a roces con otras superficies. Su permanencia sobre las manos ha sido estudiada por numerosos autores (4-5), pero el inconveniente surge cuando la recolección demora demasiado tiempo o la persona se lava las manos después de disparar. En este caso, posiblemente no se encuentren partículas que indiquen que esa persona hubiera estado en

contacto con un arma de fuego o en presencia del disparo de una. Por este motivo, estudiamos la presencia y permanencia de los RDD sobre los puños de prendas de vestir.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los disparos de prueba se realizaron en un lugar adecuado para esta práctica. Se empleó para ello una pistola marca Bersa, modelo Thunder, calibre 9 mm y munición del mismo calibre, Luger, Full Metal Case, marca Magtech. Para cada disparo, se colocaron alrededor de la muñeca, como si fueran una pulsera, recortes rectangulares de tela de puño de algodón de aproximadamente 60 cm. Entre las técnicas de recolección de residuos de disparo que se han estudiado (6), el encintado ha mostrado ser útil para recolectar partículas depositadas sobre la superficies de las ropas en zonas reducidas (7), y es la técnica que se ha adoptó para esta investigación. La recolección se realizó con una cinta de carbono doble faz SPI con forma de discos de 12,5 mm de diámetro, presionando el adhesivo sobre la superficie de la tela ubicada sobre el puño de la mano que sostiene el arma.

El set de muestras consistió en recolecciones sucesivas de disparos independientes variando el tiempo donde ocurre el evento de recolección de las partículas y la manipulación de la prenda. La secuencia de muestreo fue: a tiempo cero (recolectado inmediatamente luego del disparo), recolectando después de media, tres, seis y nueve horas de realizar actividad moderada y a tres, cuatro y seis horas de realizar una actividad al “aire libre”.

La actividad “moderada” consistió en caminar al aire libre por treinta minutos, manejar 15 minutos y luego trabajo de oficina por el resto del tiempo. La actividad al “aire libre” consistió en caminar en el exterior.

Las mediciones se realizaron con un Microscopio SEM Philips 515 EDAX 9900 perteneciente al Departamento de Caracterización de Materiales del Centro Atómico Bariloche. Se utilizó un voltaje de aceleración de 20 kV y los criterios de análisis y búsqueda establecidos en la norma ASTM (2).

Para detectar las partículas sospechadas de ser un RDD, la superficie de la cinta de carbono se barrió completamente con ventanas de aproximadamente de 400 _ 500 mm, formando la imagen a partir de los electrones retrodispersados. De esta forma, los RDD se observan como partículas más brillantes, por su contraste de número atómico (Z) en comparación con el resto de las partículas atrapadas en la cinta (fibras, partículas de polvo, piel, granos de polen, etc.) y facilitan su identificación. Las partículas así detectadas fueron sometidas a un análisis de rayos X con el sistema EDS, con un tiempo de adquisición de 60s, el cuál permite determinar fehacientemente la composición de las mismas. Una vez identificada la partícula y estudiada su composición, también se caracterizó la morfología de cada uno de los RDD, tanto si presentaban una forma redondeada y simétrica, como si no.

RESULTADOS

En la Figura 1 pueden observarse los resultados de los estudios con SEM/EDS. Los gráficos individuales muestran la cantidad de partículas características y específicas encontradas en función del tiempo y la actividad realizada. Se pudo comprobar que: (i) La relación entre la cantidad de partículas específicas y características es alrededor de 1/10 para la muestra recolectada en tiempo cero y a medida que aumenta el tiempo de recolección, esta relación disminuye aún más. Estos valores están de acuerdo a lo reportado en la literatura (8) para el mismo tipo de munición.

(ii) La cantidad de ambos tipos de partícula decae en forma aproximadamente exponencial, tanto en actividad moderada como en actividad alta, sin embargo en este último caso las partículas se pierden con mayor rapidez. (iii) La diferencia entre la cantidad de partículas simétricas y asimétricas encontradas en cada una de las muestras no fue considerable. Esta variable parece distribuirse en forma aleatoria.

Respecto al tamaño y la composición de los RDD hallados, el histograma de las partículas correspondiente a cada clase se muestra en la Figura 2. En este caso, se separaron las partículas específicas (que contienen [Ba, Sb, Pb]) y

las características, según si contienen dos componentes ([Ba, Sb], [Ba, Pb] y/o [Sb, Pb]) ó un solo elemento característico ([Pb], [Ba] o [Sb]). La escala de tamaños se dividió en cuatro partes: partículas pequeñas ($x < 4.9$ mm), medianas ($5 < x < 9.9$ mm), grandes ($10 < x < 20$ mm) y muy grandes ($x > 20$ mm).

Según los diferentes tiempos de recolección y actividad, se puede observar en los histogramas que se muestran en las Figuras 3-4 que la cantidad de partículas disminuye apreciablemente para todo el rango de tamaños y composiciones. En forma general podría decirse que cuanto más pequeña la partícula más frecuente es su hallazgo. Esto podría deberse a que las partículas más chicas quedan mejor adheridas entre las fibras de la tela, y son de las últimas en despegarse, así sea que exista una actividad intensa. Por otra parte, también parecería existir una cierta preferencia en la permanencia de partículas características (tanto mono- como bi-componentes), ya que se encuentran más partículas de estas composiciones que de las específicas. Sin embargo, esta observación sólo está remarcando el hecho que la relación entre partículas específicas y características es de alrededor de 1/10 o menor, tal como se deduce de la figura 1.

CONCLUSIONES

La persistencia de las partículas de residuos de disparo sobre los puños esta directamente relacionada con la intensidad de la actividad realizada. Con actividad moderada se encuentran partículas específicas hasta las 6 hs, y características hasta las 9 hs. Con actividad intensa se encuentran dichas partículas hasta las 3 y 4 hs respectivamente. También pudo comprobarse en todos los periodos de tiempo estudiados que: (i) las partículas con tamaño inferior a los 10 mm fueron las más abundantes, (ii) la persistencia de los RDD no depende de la composición y (iii) las partículas específicas se encuentran en una relación 1/10 o menor respecto de las partículas características.

Tomando en cuenta los resultados de este trabajo puede concluirse que es fundamental que la recolección sobre los puños de la prenda del sospechoso se realice antes de las 3 hs. de haber disparado el arma de fuego.

REFERENCIAS

- (1) ASTM E 1588-08. 'Standard Guide for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron/ Energy Dispersive X-ray Spectrometry'.
- (2) Romolo F, Margot P. Identification of Gunshot Residue: a Critical Review. *Forensic Science International* 2001; 119:195-211.
- (3) Dalby O, Butler D, Birkett J. Analysis of Gunshot Residue and Associated Materials-A Review. *Journal of Forensic Science* 2010; 56(1): 1-20 .
- (4) Kilty J. Activity After Shooting and Its Effect on the Retention of Primer Residue. *Journal of Forensic Science* 1975; 20(2): 219-230 .
- (5) Jalanti T, Henchoz P. Persistence of Gunshot Residue on Shooters' Hands. *Science & Justice* 1999; 39 (1): 48-52.
- (6) De Gaetano D, Siegel J, Klomparens K. Comparison of Three Techniques Developed for Sampling and Analysis of Gunshot Residue by Scanning Electron Microscopy/Energy-Dispersive X-Ray Analysis (SEM-EDX) . *Jurnal of Forensic Science*. 1992; 37(1): 281-300.
- (7) Shaffer D, Yi K. A Comparison of Particle Transfer Efficiencies of Two Collection Methods for the Identification of Gunshot Residue on Fabric Surfaces Using Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectrometry. *Scanning* 1999;21(2):99-100.
- (8) Brozek Z. Distribution and Properties of Gunshot Residue Originating from a Luger 9 mm Ammunition in the Vicinity OF THE Shooting Gun. *Forensic Science International* 2009; 183: 33-44.

FIGURA 1

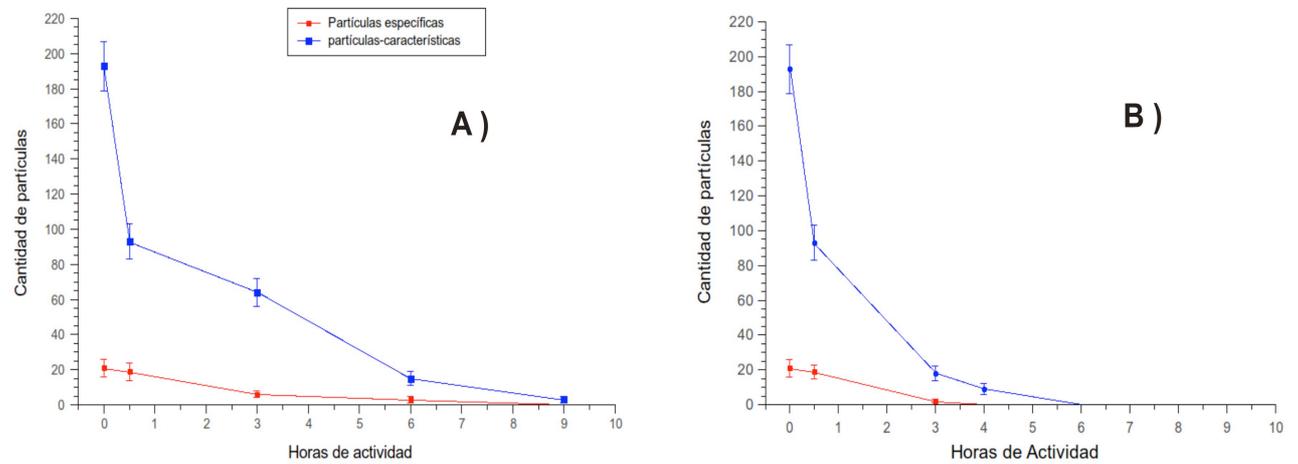


Figura 1: Número de partículas encontradas, según su composición A: luego de realizar actividad moderada. B: luego de realizar actividad intensa. Se consideran partículas específicas aquellas compuestas de [Sb, Ba, Pb] y que presentan una forma redondeada y simétrica. Las partículas características contienen sólo uno o dos de éstos elementos y su forma puede ser tanto simétrica como asimétrica.

FIGURA 2

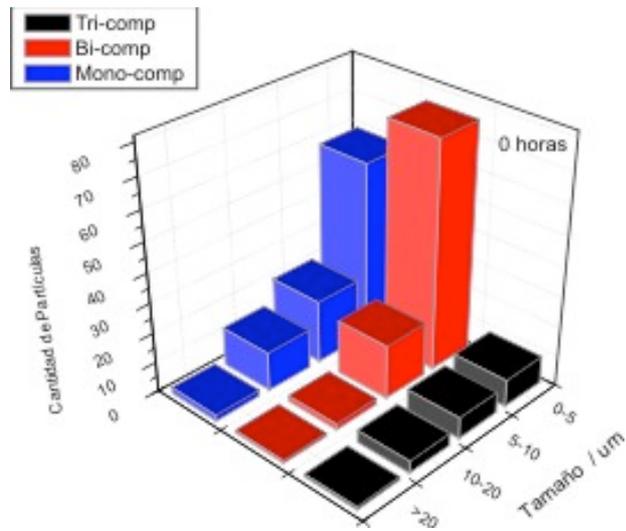


Figura 2: Histograma mostrando la cantidad de residuos de disparo encontrados en puños, agrupadas por su composición y por tamaño. Las horas en esquina derecha de cada gráfico indican los tiempos de recolección.

FIGURA 3

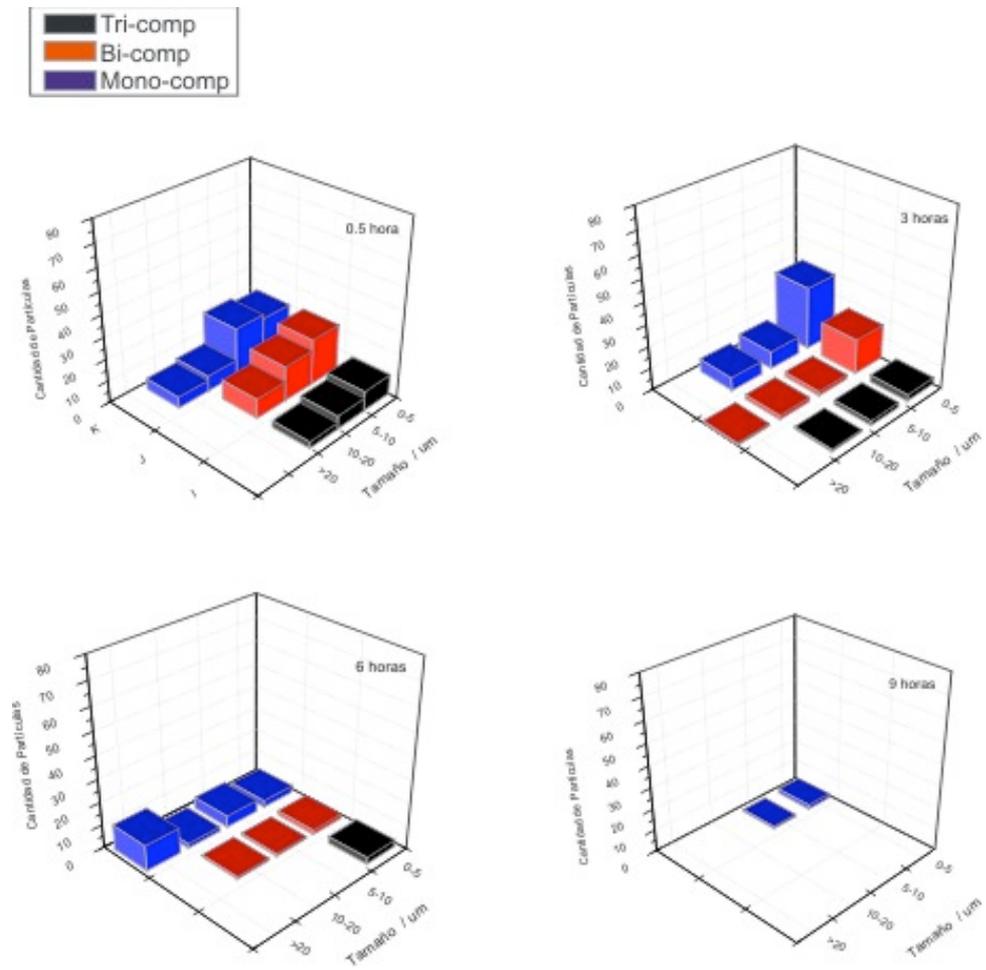


Figura 3: Histogramas con la cantidad de residuos de disparo encontrados en puños con una actividad moderada.

FIGURA 4

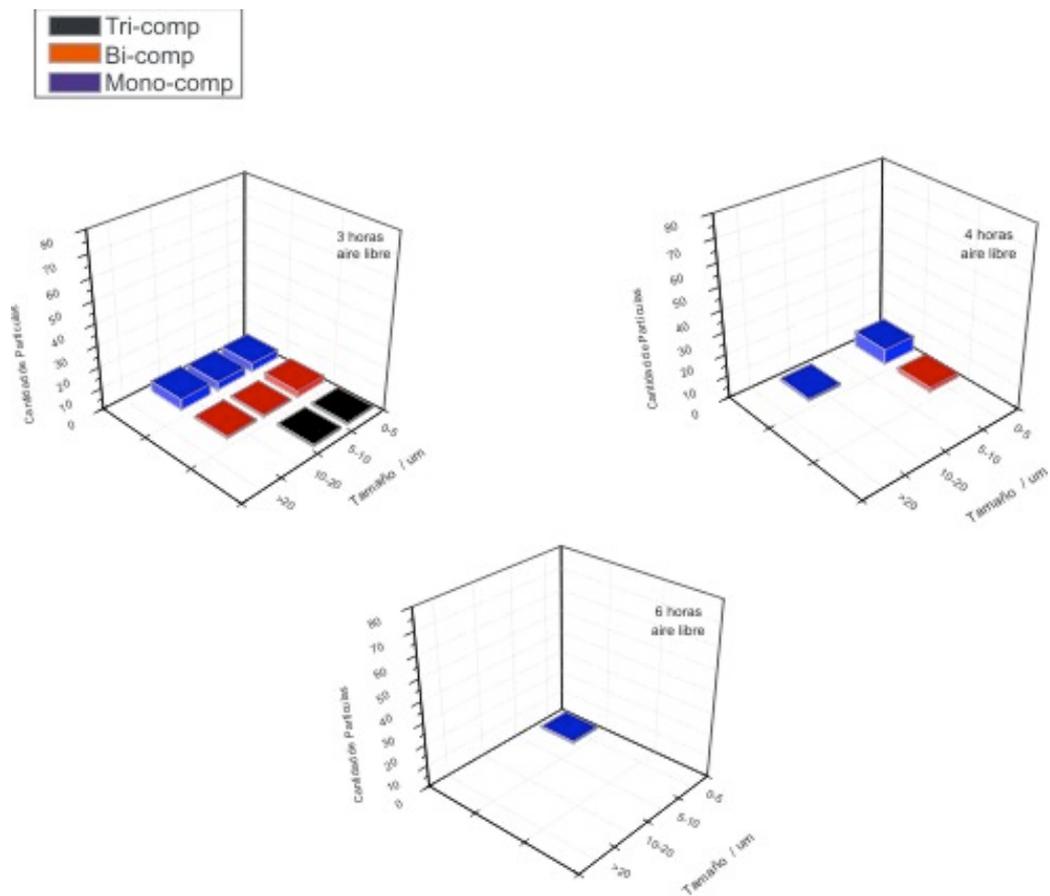


Figura 4: Gráficos donde se observa la densidad de residuos de disparo encontrados en paños expuestos a una actividad al aire libre en diferentes tiempos de recolección.