



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA CLÍNICA PROFESIONAL EN MEDICINA  
LEGAL

**“EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE RESIDUOS DE DISPARO EN  
MANOS, LUEGO DE REALIZADO UN DISPARO EN LA SECCIÓN  
DE BALÍSTICA DEL INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL Y  
CIENCIAS FORENSES, 2014.”**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGISTER  
EN CIENCIAS CLÍNICAS CON ÉNFASIS EN MEDICINA LEGAL

**DRA. MELAYNE JANELL ZANETTI**

**ASESOR: LCDO. JONATHAN RIGGS  
CO-ASESOR: LCDO. ALEXIS BRENES**

REPÚBLICA DE PANAMÁ

MARZO, 2015

57

13 MAY 2015

Ob

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	11
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I	6
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	6
1 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1 2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	9
CAPITULO II	11
PROPOSITO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
2 1 PROPÓSITO	11
2 2 OBJETIVO GENERAL	11
2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
CAPITULO III	14
MARCO TEÓRICO	14
3 1 FUNDAMENTO TEORICO	14
3 2 HIPÓTESIS DE TRABAJO	41
CAPITULO IV	42
METODOLOGIA	42

<b>4.1 OPERACIONALIZACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>42</b>
<b>4.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>44</b>
<b>4.3 UNIVERSO Y MUESTRA</b>	<b>46</b>
<b>4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	<b>46</b>
<b>4.5 CRITERIO DE EXCLUSIÓN</b>	<b>46</b>
<b>4.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>46</b>
<b>4.7 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS</b>	<b>48</b>
<b>4.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS</b>	<b>48</b>
<b>4.9 CARÁCTER INNOVADOR</b>	<b>48</b>
<b>4.10 ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>49</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>77</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO VII</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
<b>CAPÍTULO VIII</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO</b>	<b>88</b>

## **DEDICATORIAS**

### **A mi hija**

**La luz que llegó hace poco a mi vida para enseñarme que Dios en su infinita misericordia nos regala el amor día con día, lo cual veo reflejado en su hermosa sonrisa. Deseo que llegues lejos y cumplas absolutamente todo lo que te propongas**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

*Por permitirme estar en este mundo cada día y cuidar mis pasos*

### **A mi esposo e hija**

*Lo mas importante y bello que me ha podido dar la vida ya que son la luz que guía el rumbo de mi vida y sin quienes no existiría el estímulo para ser cada dia mejor Los amo*

### **A mi madre**

*Ya que sin ella no pudiera ser quien soy y estar donde estoy Te amo*

### **A mi Co-Asesor**

*El Lic Alexis Brenes por siempre brindarme su apoyo confianza y cooperación.*

### **A mis compañeros de maestria**

*Quienes día con dia me motivaron a ser siempre mejor y dar lo mejor de mí*

### **A todo el equipo de trabajo del IMELCF (administrativo y peritos)**

*Ya que sin la ayuda respaldo colaboración paciencia y confianza este estudio no se hubiese podido realizar debido a que me prestaron su apoyo incondicional en cada paso de este camino*

## RESUMEN

La detección de residuos de disparo ha sido la premisa mundialmente utilizada para la vinculación de él o los autores de un hecho punible en donde se han visto involucradas el uso de armas de fuego buscando así dotar a los administradores de justicia con una prueba basada en hechos científicos que permiten demostrar que un hecho se ha cometido. Para esto las pruebas químicas nos aportan un gran apoyo ya que la detección en una muestra de Pólvora, Plomo, Bario, Antimonio y/o Cobre nos orientan a pensar que el individuo ha estado en contacto con un arma de fuego o con componentes de la misma. El presente estudio consta de dos partes: la primera es de tipo experimental y está basada en el análisis de 20 muestras de las manos de sujetos en diversas condiciones, para determinar la presencia de residuos de disparo y la segunda parte de tipo descriptivo retrospectivo y transversal está basada en la revisión de los resultados de la Prueba de residuos de disparo practicada a los casos clasificados como suicidio por arma de fuego en la Morgue Judicial de la ciudad de Panamá, del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses durante los años 2010-2012. Este estudio reflejó que hubo un incremento de los suicidios por arma de fuego en Panamá entre los años 2010 y 2012, también se ha dado un aumento significativo en los análisis de residuos de disparo en manos realizados en el laboratorio de Química Forense con 203 en el año 2010 y 877 en el año 2012. Este trabajo demostró que tal y como se señala en la literatura, con el paso de las horas y con el lavado de las manos, la probabilidad de obtener un resultado verdadero positivo en la Prueba de residuos de disparo en manos disminuye. En la mayoría de las pruebas solamente se detectó la presencia de Pólvora, no así de las otras partículas que componen los residuos de disparo. Se demostró que la Prueba de residuos de disparo practicada en Panamá (colorimétrica) es poco sensible o sea que tiene poca capacidad de reportarse positiva en personas que verdaderamente han disparado y en cambio posee una buena especificidad, ya que la capacidad de reportarse negativa en personas que no han estado en contacto con arma de fuego se mantuvo invariable en las distintas pruebas.

**Palabras claves:** residuos de disparo, suicidio, pruebas colorimétricas.

## SUMMARY

The detection gunshot residues, has been the premise used globally for the linking of the author or authors of a punishable act, where the use of firearms has been involved, with the purpose of giving administrators of justice a test based on scientific facts to prove that an incident has been committed. For this purpose, these chemical tests give us a great support. For instance, the detection of a sample of gunpowder, lead, barium, antimony and/or copper, gives us an assumption that the individual has been in contact with a firearm or with the same components. This present study, consists of two parts, the first one has an experimental nature and is based on the analysis of 20 different samples from the hands of peoples in different conditions, to determine the presence of gunshot residues, and the second one is descriptive, retrospective and cross-sectional and is based on the review of the results of the Gunshot residue Test, practiced in the cases classified as suicide by firearm in the Judicial Morgue in Panama City, the Institute of Legal Medicine and Forensic Sciences, during the years 2010-2012. This study showed that there was an increase in suicides by firearm's in Panama between the years 2010 and 2012, there was also a significant increase in analysis of gunshot residue performed by the laboratory of forensic chemistry, with 203 tests in 2010 and 877 tests in 2012. This work showed that, as it is portrayed in the literature, with the passing of the hours and with the washing of the hands, the propability of obtaining a true positive result in the Gunshot residue Test in hands, decreases. In the majority of the tests, it was only detected the presence of gunpowder. However, it is not the same with the other particles that make up the bullet residue. This study also revealed that the Gunshot residue Test practiced and analyzed in Panama (colorimetric), is not very sensible enough. In other words, it has little capacity to be reported positive in individuals who has actually shot a gun and instead has a good specificity, since the capacity to show negative in people who have not been in contact with a firearm, remained unchanged in the different tests.

**Keywords:** gunshot residues, suicide, colorimetric tests.

## **INTRODUCCIÓN**

**Con la idea de integrar todos los servicios periciales forenses en una sola entidad, la Ley Nº 69 del 27 de diciembre de 2007 incorpora al Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses el servicio de Criminalística y los laboratorios forenses de la extinta Policía Técnica Judicial. El IMELCF tiene como misión aportar las pruebas periciales científicas y técnicas necesarias para una adecuada administración de justicia, dentro del marco legal vigente.**

**En Panamá la investigación de las muertes en un contexto médico legal es conducida por el Ministerio Público y debe hacerse de acuerdo a las normas establecidas en los códigos vigentes Judicial (Artículo 2062) Procesal Penal (Artículos 323 324) y Sanitario (Artículo 166) y siguiendo las disposiciones establecidas para esas prácticas en el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.**

**Los dictámenes periciales emitidos por el IMELCF se basan en el conocimiento científico forense y en los principios de apego a la ley, transparencia, responsabilidad, ética, imparcialidad, equidad, veracidad y en los valores de respeto, servicio a la comunidad, honestidad, cooperación y solidaridad.**



**El médico forense ilustra a los funcionarios de Ministerio Público sobre los aspectos técnicos científicos del proceso de la investigación, por ejemplo examina el cadáver de la víctima en la escena del crimen, practica la necropsia, elabora el protocolo y finalmente expone sus conclusiones e interpretaciones de cómo ocurrió el hecho a la luz de sus hallazgos**

**Dentro de las investigaciones de muertes violentas o sospechosas que adelantan las autoridades correspondientes, se busca establecer la causa y la manera de la muerte. La causa de la muerte es la enfermedad, trauma o condición en la que ocurre el deceso. La manera de la muerte se refiere a las circunstancias en las que ocurrió el deceso: homicidio, suicidio, accidente, natural o indeterminada. Para establecer la manera de la muerte, la investigación se debe fundamentar en aspectos científicos, lo cual requiere el actuar conjunto de los investigadores y de un equipo multidisciplinario de peritos del IMELCF y requiere de un análisis detallado de todos los hallazgos relevantes del hecho, por ejemplo, en los casos en que la muerte ocurre por Herida por proyectil de arma de fuego, se requiere del análisis de la escena, el examen del cadáver (características del orificio de entrada y del análisis de las manos) y de investigaciones complementarias con el fin de determinar si la muerte ocurrió por Homicidio o suicidio.**

**En este trabajo se analiza la situación actual en el IMELCF sobre cómo se realiza una de las pruebas técnico científicas importantes en las investigaciones en la que está involucrada un arma de fuego: la toma de muestras de las manos de una persona que se**

**presume haya disparado una arma, para llevar a cabo el análisis en los laboratorios respectivos, con el objetivo de esclarecer el hecho investigado**

**Ante una sociedad convulsionada por la frecuencia de hechos delictivos y el hecho de que cada vez más la población general está informada sobre la aplicación de la ciencias para resolver crímenes, es preciso darnos cuenta que la implementación de técnicas modernas para la realización de diferentes pruebas científicas para esclarecer un hecho es cada vez más importante**

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Panamá (IMELCF) en estos últimos años ha tenido un gran reto que ha sido el de evolucionar de acuerdo a las demandas actuales y al aumento de la criminalidad. Es un hecho que según las estadísticas panameñas publicadas anualmente se ha observado que año tras año se aumenta el número de hechos relacionados a muertes por armas de fuego lo que crea una mayor demanda y exigencia tanto en el análisis patológico de los casos por parte de los médicos forenses así como de los peritos de criminalística involucrados en la investigación de este tipo de muertes.

Las muertes por arma de fuego son crecientes a lo largo del tiempo y el conocimiento de que es lo que se investiga en este tipo de muertes es cada vez más amplio en la población general. Múltiples estudios realizados a nivel mundial han revelado que el método más utilizado en suicidios y homicidios es por arma de fuego. Comparando las estadísticas en la población general, el uso de arma de fuego en homicidios y suicidios fue del 55% <sup>(1)</sup>.

Como médicos forenses es importante conocer las manifestaciones de las lesiones causadas por proyectil de arma de fuego para su correcta interpretación desde la óptica de la Patología Quirúrgica y de la Patología Forense. Debido a que su producción exige siempre la

**investigación judicial es importante tener conocimiento además de cuáles son los factores que se investigan para poder contribuir con la resolución del caso**

**Cuando es accionada un arma, se generan partículas pequeñas durante la explosión del fulminante y la salida del proyectil que igualmente salen del arma. Estas pequeñas partículas se depositan sobre partes del cuerpo y son llamadas residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego**

**Estas partículas son muy características por lo tanto la presencia de estas forman la evidencia de accionar un arma de fuego y normalmente están compuestas de Plomo (Pb) Antimonio (Sb) y Bario (Ba) Por esto una de las pruebas técnico científicas importantes en las investigaciones en las que está involucrada un arma de fuego es la toma de muestras de las manos de una persona que se presume haya disparado una arma, para llevar a cabo el análisis en los laboratorios respectivos para esclarecer el hecho investigado y confirmar la presencia de residuos de pólvora <sup>(10)</sup>.**

**Los residuos de disparo en la piel y manos son fácilmente removibles con las actividades cotidianas normales por lo que las muestras tomadas después de las seis horas luego de ocurrido el hecho tienen una alta probabilidad de no ser representativas para el análisis aunque un resultado negativo no indica que los residuos de disparo no están presentes antes de la obtención de las muestras**

**En la actualidad panameña, la determinación de residuos de disparo (en la piel manos o ropas) ha sido una de las pruebas que ha ido aumentando a través de los años con el aumento de la criminalidad, hoy en día se siguen utilizando técnicas colorimétricas que tiene una baja**

sensibilidad lo que crea limitantes para el esclarecimiento de las investigaciones judiciales y la determinación de responsabilidades

Las dimensiones exactas del problema, son difíciles de estimar ante una sociedad convulsionada por la frecuencia de hechos delictivos y el hecho de que cada vez más la población general está informada sobre la aplicación de las ciencias forenses para resolver crímenes, es preciso darnos cuenta que la implementación de técnicas modernas para la detección de pruebas para esclarecer un hecho es cada vez más importante por lo que nos encontramos ante un problema actual del máximo interés profesional

La presente investigación plantea la realidad antes mencionada y planea difundir conocimientos relacionados a éste tema para que puedan ser realizadas las reformas necesarias que ayuden a disminuir este tipo de situaciones, y es por lo que surge la siguiente interrogante que se convierte en la guía orientadora para el desarrollo del presente trabajo de investigación

**¿CUÁL SERÁ EL RESULTADO DE LA PRUEBA DE RESIDUOS DE DISPARO EN MANOS LUEGO DE REALIZADO UN DISPARO EN LA SECCIÓN DE BALISTICA FORENSE DEL IMELCF EN EL 2014 Y CUAL SERÁ EL RESULTADO DE LA MISMA PRUEBA PRACTICADA EN LOS CASOS DE SUCIDIOS A LOS CUALES SE LES REALIZÓ LA NECROPSIA, EN LA MORGUE JUDICIAL DE PANAMÁ, PERIODO 2010-2012?**

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

**Las estadísticas de los casos de muertes por arma de fuego se han incrementado con el paso de los años y esto trae como resultado que el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses tenga un mayor grado de intervención y relevancia en el esclarecimiento de este tipo de hechos además los crímenes que se cometen en la actualidad son cada vez más complejo y los grupos delincuenciales están implementando nuevas modalidades homicidas, incluso haciéndolas pasar por suicidio**

**Como peritos del IMELCF de Panamá, hemos podido darnos cuenta de que aun en nuestra institución se están utilizando pruebas para la detección de residuos de disparo que no permiten establecer una clara concordancia entre la investigación judicial de los hechos, la manera de la muerte y los resultados de los análisis de laboratorio La detección de la presencia de los residuos de disparo en la ropa, en las manos o en la piel de las personas involucradas en un hecho son fácilmente removibles por actividades normales, por lo que es necesario realizar otro tipo de pruebas distintas a las colorimétricas, para ir avanzando en la resolución de los hechos que cada vez aumentan más en nuestra población y poder así darles un carácter más científico a los informes periciales que emiten los profesionales del IMELCF que interviene en una investigación**

**El analizar los resultados de los residuos de disparo en manos de un individuo que haya realizado un solo disparo y luego correlacionar estos resultados con los casos consignados con la manera de la muerte como suicidio permitirá aportar información que colaboraría con la seguridad publica y el sistema de justicia de nuestro país ya que brindaría un nuevo**

**enfoque de la actualidad en la que nos encontramos dentro del IMELCF y poder servirse de éstos resultados para desarrollar nuevas estrategias y políticas de acción**

**Los resultados y análisis de este estudio nos permitirá contribuir a hacer propuestas, ya que es el primero que aborda la problemática de que existe la necesidad, cada vez más apremiante de modernizar nuestras técnicas de investigación y análisis con el objetivo de realizar un trabajo cada vez más científico y difícil de cuestionar implementando técnicas instrumentales con mayor grado de sensibilidad y especificidad por lo cual se espera demostrar la importancia en la modernización de nuestras técnicas de análisis e investigación.**

**Los beneficios no serán solamente administrativos financieros (planificación de recursos de infraestructura y humanos) y normativos para el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de nuestro país sino también para el aumento de la eficiencia y calidad de los peritajes entregados a las autoridades nacionales, encargadas de cumplir y hacer cumplir las leyes Existirán también beneficios para nuestro sistema de administración de justicia, ya que se podrá conocer de manera más fehaciente lo ocurrido en una acción criminal y así poder deslindar las responsabilidades pertinentes, de existir las**

## **CAPÍTULO II**

### **PRÓPOSITO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 PROPÓSITO**

**Este trabajo busca identificar las carencias que presentan las técnicas actuales utilizadas en el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses en la determinación de residuos de disparo debido a que cada día las estadísticas de los casos de muertes por arma de fuego van en aumento lo que ocasiona una mayor demanda por parte de las entidades investigativas del país de los servicios de Medicina Legal quien debe aportar pruebas científicas en el esclarecimiento y resolución de hechos investigados**

#### **2.2 OBJETIVO GENERAL**

**Evaluar el resultado de la prueba de residuos de disparo practicadas en las manos de individuos que han realizado un solo disparo en la sección de Balística Forense y luego compararlo con los casos de muertes por herida de proyectil de arma de fuego consignados como suicidios, en las autopsias realizadas en la Morgue Judicial de Panamá, durante el período 2010-2012**



### **2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- **Realizar pruebas experimentales para la detección de residuos de disparo en diferentes tiempos y bajo diferentes condiciones segun las pruebas usadas en Panamá para la detección de residuos de disparo**
- **Determinar el resultado de la prueba de residuos de disparo en individuos que han realizado un solo disparo con pistola o con revólver en la sección de Balística Forense del IEMLCF 2014**
- **Conocer la sensibilidad de la prueba de residuos de disparo en manos de individuos que realizaron un solo disparo en la sección de Balística Forense del IEMLCF 2014**
- **Conocer la especificidad de la prueba de residuos de disparo en manos de individuos que realizaron un solo disparo en la sección de Balística Forense del IEMLCF 2014**
- **Conocer el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de la prueba de residuos de disparo en manos de individuos que realizaron un solo disparo en la sección de Balística Forense del IEMLCF 2014**
- **Comparar los resultados de las pruebas experimentales realizadas en el laboratorio de Química y en la sección de Balística Forense del IMELCF de los residuos de disparo en manos realizadas en individuos que realizaron un solo disparo con los resultados de las pruebas de residuos de disparo segun la manera de muerte suicidio**

**de las autopsias realizadas en la morgue judicial de panamá entre los años 2010 a  
2012**

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

Cada vez más la población general está informada sobre la aplicación de la técnica científica para resolver crímenes, debido principalmente a la proliferación de programas de televisión (documentales y series de ficción) y por informaciones en la prensa escrita sobre casos relevantes. Actos de terrorismo, aumento del uso de las armas de fuego, tráfico y abuso de drogas, conducción bajo los efectos de sustancias prohibidas, son sólo algunas de las noticias que aparecen frecuentemente en la prensa y en la que la ciencia forense puede ser muy útil. El despegue del interés, en esta ciencia viene marcado por el hito de aplicar la comparación del ADN en 1985 para la identificación de personas. Muchos de estos avances en las técnicas forenses permiten relacionar al sospechoso (o materia a analizar) con la escena del crimen o la víctima <sup>(5)</sup>.

El hombre fue evolucionando de las armas blancas hasta llegar a utilizar diferentes fuerzas motrices para impulsar un determinado tipo de proyectil, tales como: lanza-fuerza muscular, arco-elasticidad de materiales, honda-fuerza centrífuga y finalmente la pistola mediante la expansión de gases. Con el descubrimiento de la pólvora se produjo una revolución total en los medios utilizados por el hombre para perfeccionar sus sistemas de ataque y defensa, dando lugar a la aparición de las armas de fuego <sup>(10)</sup>. Debido a ello las heridas por arma de

fuego siempre han estado presentes por su uso en las guerras o conflictos armados de alta o baja intensidad, en los casos de violencia social suicidios o por accidentes durante su manipulación <sup>(1)</sup>.

La conducta suicida ha incrementado alrededor del mundo y es reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un problema de salud pública, siendo señalado como una de las primeras causas de muerte en jóvenes en los países en desarrollo (WHO 1995) <sup>(4)</sup>. Las tasas de suicidio varían de un país a otro en Panamá se observó 3.7 suicidios en 1988 y 5.09 suicidios por 100 000 habitantes en 2008 las tasas de suicidio en hombres en 1989 fueron de 5.1 aumentando 11.1 en 2003 hasta llegar a 8.85 en el año 2007. Mientras las tasas de suicidio en mujeres fueron de 0.8 en 1989 alcanzando 2.2 en el 2004 para luego pasar a 1.26 en 2007 <sup>(4)</sup>.

Los principales métodos de suicidios en Centroamérica son la asfixia por ahorcamiento con un 57,2% seguido por método el envenenamiento con 23,2% y en tercer lugar las armas de fuego (15.5%) (OPS/OMS 2009) <sup>(4)</sup>.

Las muertes por Proyectoil de arma de fuego en nuestra estadística nacional constituyen unas de las principales causas de muerte en el 2010 de 1537 necropsias realizadas en la ciudad de Panamá, 498 fueron relacionadas a heridas de Proyectoil de arma de fuego en el 2011 de 1715 necropsias 516 fueron por arma de fuego mientras que en el 2012 de 1202 necropsias realizadas en la morgue Judicial 444 fueron por arma de fuego <sup>(6)</sup>.

Dentro de las investigaciones de muertes violentas o sospechosas que adelantan las autoridades correspondientes, se busca establecer la causa y la manera de la muerte. La causa de la muerte es la enfermedad, trauma o condición en la que ocurre el deceso. La manera de la muerte se refiere a las circunstancias en las que ocurrió el deceso: homicidio, suicidio, accidente natural o indeterminada. Para establecer la manera de la muerte el equipo multidisciplinario que investiga se debe fundamentar en los siguientes aspectos:

Escenario de la muerte: Orden o desorden, manchas de sangre, localización del arma.

Examen del cadáver: Localización de la herida mortal, número de heridas mortales, dirección del trayecto, heridas de defensa.

Caracterización del orificio de entrada, examen de las manos de las víctimas.

Investigaciones complementarias: antecedentes de la víctima (salud, finanzas, vida amorosa, negocios, etc.), examen del arma (defectos de fábrica), microscopia electrónica del proyectil.<sup>(15)</sup>

Para distinguir entre homicidio, suicidio o accidente, el Médico forense puede apoyarse en las siguientes características:

Si la distancia del disparo está más allá del alcance del brazo, el disparo no pudo haber sido suicida; la víctima puede sostener una pistola para dispararse en la cabeza, la boca, el cuello y la parte frontal del tórax.

**Si se utiliza un rifle o una escopeta, las sienes la boca y el cuello se logran alcanzar al accionar el gatillo hacia abajo pero el pecho el tórax y el abdomen por lo general son inaccesibles**

**En los suicidios se observa el empleo de sitios de elección para matarse como son la sien, la boca, debajo del mentón y sobre el corazón, rara vez se pueden ver disparos en los ojos la parte posterior de la cabeza o el abdomen. Aunque es frecuente que se dispare un solo tiro en un suicidio hay muchas excepciones <sup>(1)</sup>**

**En el campo médico es muy difícil diferenciar los disparos accidentales de los homicidios siendo las circunstancias las que proporcionan las mejores respuestas <sup>(1)</sup>.**

**El médico forense en cuanto a las características del orificio de entrada, puede emitir su opinión sobre la manera de la muerte debido a que es los casos de suicidios los oricios de entrada por proyectil de arma de fuego en el cadáver deben mostrar características compatibles con los orificios de entradas de proyectiles disparados de contacto o de contacto cercano**

**Las heridas de disparo de contacto ocurren cuando la boca del cañón del arma está colocada sobre la piel o la ropa del que recibe el disparo EL contacto puede ser firme laxo o con cierta angulación Cuando se dispara el arma en contacto firme la herida presenta bordes quemados e irregulares con ennegrecimiento marginal y depósitos de tizne y pólvora en el mismo orificio Algunas veces alrededor del orificio queda la impresión de la boca del cañón En el tramo inicial de la trayectoria del proyectil se pueden encontrar residuos de pólvora,**

tizne y una coloración rojiza de los tejidos por la formación de carboxihemoglobina. En las heridas de contacto en la cabeza (como es el caso del disparo en la sien de un suicida), el tizne y la pólvora se depositan en la parte exterior del cráneo, alrededor del orificio de entrada, en el hueso, dejando una impresión anular negruzca conocida como: "Signo de Benassi". En el cuero cabelludo, la lesión de contacto generalmente tiene forma estrellada, debido a la expansión subcutánea de los gases de la explosión. En el contacto laxo, hay una pequeña zona oscura de ahumamiento casi simétrico alrededor del agujero de entrada, producto del escape de gas y humo generados por la detonación. Cuando el disparo se da con cierto ángulo de inclinación, se forma alrededor del orificio de entrada una zona oscura, asimétrica, causada por el gas y el hollín que salen por el espacio creado por la boca del cañón y la zona de impacto. <sup>(16)</sup>

En las heridas de contacto cercano el disparo ocurre a pocos centímetros de separación (2-10) entre el arma y el afectado. Este espacio es insuficiente para que se de el tatuaje, pero suficiente para causar un orificio de entrada rodeado de una densa zona negruzca de hollín sobre la piel y/o ropa quemada y ennegrecida.

Kohlmirer y Mc Mahan, revisaron 1704 casos en San Antonio Texas, encontrando que en 50% de los suicidios se usaron armas de fuego, siendo las más frecuentes las de corto alcance (calibre 0.38 especial y 0.22). Se encontraron también que los orificios de entrada más frecuentes se localizaron en la cabeza 83,7% tórax 14% y abdomen 1.9%. Se vio que las mujeres tenían tendencia a dispararse más en el pecho 19.9% que los hombres 13.1%<sup>(2)</sup>.

En las ciencias forenses se han aplicado una gran variedad de técnicas para determinar si en las manos, piel o vestimenta de un individuo existen residuos procedentes del disparo de un arma de fuego

### **3 1 1 Armas De Fuego**

Se definen como aquellas que utilizan la propulsión de la pólvora para sus fines <sup>(10)</sup> son instrumentos de dimensiones y formas diversas destinados a lanzar violentamente ciertos proyectiles aprovechando la fuerza expansiva de los gases que se desprenden en el momento de la deflagración de la pólvora <sup>(3)</sup>

Están compuestas por

**Culata** área destinada para sujetar el arma.

**Armadura** sostén de las otras piezas, lleva impreso el sello de la casa fabricante y el número de serie

**Cañón** tubo de metal por donde sale el proyectil

**Anima.** superficie interior del cañón.

Cuando se accionada un arma, se generan partículas pequeñas durante la explosión del fulminante que salen del arma. Estas pequeñas partículas se depositan sobre partes del cuerpo y son llamadas residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego (RIDAF) <sup>(5)</sup> son muy características, y por lo tanto la presencia de estas partículas forman la evidencia de accionar un arma de fuego normalmente consisten de Plomo (Pb) Antimonio (Sb) y Bario (Ba) <sup>(7)</sup> Debido a esto son muchos los profesionales que deben intervenir en los casos de heridas por arma fuego en atención a la clásica distribución del estudio en las fases de la balística. <sup>(9)</sup>



### **3 1.2 Aspectos De Balística**

#### **La Balística**

**Es el estudio del movimiento de los proyectiles disparados por armas de fuego”**

**Segun la Real Academia Española, es el arte milenario ciencia que estudia el alcance y dirección de los proyectiles ”**

**“Segun la revista Armas de Fuego es la ciencia que estudia el movimiento de los proyectiles”**

**En otra definición más amplia señala ciencia que estudia el disparo de esta manera integra en esta especialidad todos aquellos temas relativos al disparo cartuchos preparación y ejecución del disparo sus consecuencias y las del impacto sobre el lugar apuntado y en el proyectil (11)**

**Es el arte procedimiento que utilizando técnicas predeterminadas estudia todo lo referente a la utilización de las armas de fuego su fenomenología consecuente del uso y los resultados operados a partir de esa circunstancia**

**El estudio científico de la balística es muy complejo y está relacionado con las matemáticas la física y la química, especialmente en sus aspectos de termodinámica, de metalurgia, aerodinámica, óptica, electrónica, acústica, etc puesto que se ocupa de todos los fenómenos que relacionan el proyectil con el medio y que mutuamente se afectan, desde el momento en que el proyectil partiendo del reposo inicia su movimiento dentro del arma,**

donde adquiere una velocidad que impulsa su desplazamiento por el aire hasta impactar con un cuerpo donde se introduce y al que cede la energía cinética, quedando nuevamente en reposo " (3)

Se acostumbra dividirla en

- Balística interior
- Balística exterior
- Balística de efectos

### **BALISTICA INTERIOR**

Es la parte de la balística que comprende el estudio del arma de fuego su diseño características funcionamiento y lo referente a los disparos efectuados con la misma. 'Se ocupa del estudio de los fenómenos que ocurren en el interior del arma hasta que el proyectil sale por la boca del cañón (3) relacionada al diseño de ambos

Esta parte de la balística se debe complementar con la física, la química y la electromecánica, y basarse en estudios de las curvas características de gases en complemento con espectrogramas asimismo ocurre con las deformaciones metálicas de las piezas componentes y los químicos contenidos en las cargas de ignición utilizadas en el cartucho (10)

La balística interna estudia el fenómeno que tiene lugar en la percusión la ignición, la combustión de la pólvora y el desarrollo de los gases la presión en la recámara y la adaptación de la vaina a la misma, el despegue de la bala, su vuelo libre la velocidad que

alcanza y la toma del rayado o conducción; tensiones y resistencias, energía en boca, erosiones y desgastes en el ánima, retroceso, desvíos y vibraciones. Todo ello a través de erosiones del movimiento del proyectil dentro del arma. <sup>(10)</sup>

En el momento de producirse el disparo, se producen una serie de cambios, de cuyo estudio pueden obtenerse datos muy útiles. <sup>(3)</sup> Los gases y partículas que se generan al disparar un arma de fuego se conocen como residuos inorgánicos de la descarga de armas de fuego. Para comprender la información que puede dar el análisis de las muestras de residuos de disparo es necesario saber el contenido de un cartucho típico <sup>(5)</sup>.

#### EL CARTUCHO:

se denomina al conjunto sólido que integra a todos los elementos que produce el disparo en un arma de fuego, contiene el objeto a propulsar (proyectil o bala), la carga propulsora o elemento explosivo (pólvora) y la carga ignitora (fulminante)” <sup>(10)</sup> todo esto alojado en un recipiente llamado vaina. <sup>(3)</sup> Los cartuchos con capacidad de disparo múltiple (proyectiles llamados perdigones o postas, según su diámetro), contienen además el taco, que es el obturador que evita la fuga de gases entre los proyectiles tras la explosión o disparo. <sup>(3)</sup>

Un cartucho tiene entonces tres componentes:

- 1- El iniciador:
- 2- la carga propulsora (propelente), y
- 3- el proyectil (la bala).

El iniciador, cápsula iniciadora o fulminante (en un extremo del cartucho):

Es el elemento que produce la ignición de la pólvora, está contenido en una cápsula que tiene entre 20 y 30 miligramos de mezcla explosiva y se enciende por el golpe del percutor del arma, transformándose en una masa de gases calientes en una centésima de milisegundo <sup>(10)</sup>

Las composiciones son diversas de acuerdo al uso que se le pretende dar pero los más comunes se basan en mercurio Ya en 1814 Joshua Shaw de Filadelfia, había ideado la cápsula, que fue primero confeccionada en hierro el año siguiente y en cobre un año más tarde El cebo era encerrado en la cápsula, y un sistema patentado por Joseph Manton en Inglaterra, en 1816 perfeccionó y facilitó la confección del futuro fulminante

Todos estos sistemas en los que la sustancia detonante estaba alojada en un soporte y podía ser manipulada con él eliminaron rápidamente el pistón – dispositivo caro y complicado para llegar a la llave de percusión Fueron empleados muchos modelos de fulminantes todos ellos consistían en una porción de detonante encerrada entre dos discos de cobre de lámina delgada (tipo Lawrence) o contenida en una cápsula que encajaba en la chimenea, que oficiaba de yunque al golpear el martillo sobre ésta.

El fulminante entonces se enciende explota la carga propulsora que arde muy rápidamente produciendo un gran volumen de gases que fuerza a la bala a salir por el cañón

Cuando los gramos de la pólvora (carga propulsora) reciben el fognazo del pistón iniciador se queman produciendo gases y aumentando la presión en la recámara. Cuando la presión de los gases crece las paredes de la vaina se dilatan, apoyándose lateralmente en las paredes de la recámara, y por detrás en el plano del cierre mientras que por delante la bala, liberada en

su engarce de la boca de la vaina por la dilatación de ésta, presionada por el empuje de los gases, avanza. En ese instante, los gases tratan de adelantar a la bala, pero cuando ésta toma el rayado sella su camino hacia delante, mientras que por detrás la vaina impide que los gases se escapen. <sup>(10)</sup>

### LA PÓLVORA (CARGA PROPULSORA O PROPELENTE):

Es un compuesto, mezcla de diversas sustancias, utilizado como propulsor del proyectil. Existen diversos tipos de pólvoras, que varían en su utilidad de acuerdo con el compuesto que tienen. Entre las más importantes podemos mencionar:

- Pólvora negra
- Pólvora cloratada
- Pólvora picrica

Hasta fines del siglo XIX se empleó la pólvora negra, que era una mezcla de carbón, azufre y nitrato de potasio. El carbón actuaba como combustible; el nitrato de potasio como suministrador de oxígeno, y el azufre facilitaba la ignición. Al quemarse en condiciones adecuadas, la pólvora negra produce el 44% del peso original en gases y el 56% en residuos sólidos, que se manifiestan como humo blanco, denso. <sup>(7)</sup>

La pólvora blanca, conocida como pólvora sin humo o pólvora piroxilada, tiene dos tipos fundamentales: la nitroglicerina o dinamita y la nitrocelulosa o algodón pólvora, pudiendo <sup>(7)</sup>

tener base simple o nitrocelulosa, base doble nitrocelulosa y nitroglicerina, o base múltiple (estos compuestos más algún otro que varía)

Las pólvoras vivas (comunes o de base doble) producen en un lapso muy breve una gran cantidad de gases <sup>(3)</sup>

Las pólvoras de nitroglicerina poseen una energía superior a las de nitrocelulosa. Sin embargo presentan el inconveniente de deteriorar rápidamente el cañón a causa de la oxidación, el calor las grandes presiones

La pólvora sin procedimientos especiales puede variarse el diámetro de la forma de los granos y alterar la velocidad de la combustión. De una manera general entre la forma esférica clásica y la forma aplanada hay numerosas variedades. Teóricamente la pólvora sin humo se convierte en su totalidad en productos gaseosos <sup>(7)</sup>

Las de grano pequeño (1 a 3mm) causan una deflagración rápida y alcanzan sus presiones máximas aun antes de que se inicie el recorrido del proyectil. Las pólvoras lentas de base múltiple son usadas en certámenes. Tienen granos de 4 a 13 Mm y orden de modo regular

Las pólvoras mecánicas o negras se llaman así debido a su color oscuro producto del grafitado a que son sometidos los granos con el fin de evitar que por ser malos conductores, se carguen de electricidad estática a consecuencia del roce repetido que ocurre entre ellos. El grafito buen conductor impide o atenúa este inconveniente que desde luego será más marcado cuando se agita o sacude el receptáculo que contiene la pólvora. <sup>(11)</sup>

Las denominadas progresivas son de graneado grueso y de combustión débil al comienzo pero creciente a medida que el proyectil recorre el ánima

Los granos de pólvora sin detonar tienen un tinte verde pálido.

El peso de la carga propulsora en un proyectil está ajustada a la velocidad en el cañón y considerando una presión de cámara dentro de los límites del arma.

Debido a las restricciones en la venta y depósito de pólvora negra, que tiene gran riesgo explosivo, se desarrolló el "Pirodex" para las armas que sólo pueden emplear pólvora negra. En realidad es una variante "sintética" que en su composición tiene alrededor de 88% de peso de pólvora negra. Es más segura y no está sometida a las restricciones de aquella, fue sintetizada por primera vez por el químico francés Veille, en 1884 mediante alcohol y éter redujo la nitrocelulosa a un coloide gelatinoso que podía enrollarse en láminas y cortar en hojuelas. En 1887, Alfredo Nobel desarrolló una forma algo diferente. En 1933, Winchester introdujo la pólvora en bolas, en la cual la nitrocelulosa. En vez de ser coloidal está disuelta completamente, y al ser agitada constituye los granos de pólvora, que pueden presentarse en discos, hojuelas o cilindros. <sup>(13)</sup>

### BALA O PROYECTIL

Es la parte de la munición que abandona el cañón cuando el arma es disparada.

Originalmente consistían en esferas de plomo cuya precisión y alcance eran limitados. El capitán francés Charles Minie desarrolló el primer proyectil de forma cónica. Su diámetro era algo menor que el cañón, pero al ser disparado se expandía y sellaba por detrás la posibilidad de fuga. <sup>(13)</sup>

***EN EL DISPARO DEL ARMA, OCURRE ENTONCES:***

Cuando se hala el gatillo, el martillo se libera, el cual golpea al fulminante y da origen a la ignición, que produce una intensa llama. Esta alcanza la cámara principal del cartucho a través de uno o varios orificios, y deflagra la pólvora que así da lugar a una gran cantidad de gas y calor. El gas puede alcanzar temperaturas de 2 871 °C, y ejerce presión sobre la base del proyectil y los costados del cartucho, presión que oscila entre unas pocas y 25 toneladas por pulgada cuadrada. Esa presión propulsa el proyectil a través del cañón, con esto parte del gas emerge por delante, pero la mayor cantidad lo hace detrás del proyectil. <sup>(7)</sup>

En su salida del cañón, la bala se acompaña de llama, gas, granos de pólvora, negro de humo, residuos de fulminante, partículas metálicas desprendidas del proyectil y metal vaporizado de éste y del cartucho. La cantidad de pólvora no quemada o parcialmente quemada que emerge por el cañón depende en mucho de las propiedades de combustión de la pólvora o de la longitud del cañón. <sup>(13)</sup>

El promedio de combustión puede controlarse en la fabricación variando el tamaño de la forma de los granos de pólvora, así como su revestimiento con sustancias que retardan el quemado. Cuanto mayor sea la superficie expuesta a la llama, más rápida será la combustión. En cuanto al cañón, a mayor longitud será menor la cantidad de pólvora no quemada que emerja.

La llama que producen los gases incandescentes tiene una longitud que oscila entre 2.5 y 5 cm en las armas manuales Sólo reviste importancia en los disparos de contacto y en los efectuados a corta distancia. <sup>(7)</sup>



Los gases producidos por ignición de la pólvora carecen de oxígeno. Al salir por la boca del arma a elevadas temperaturas, reaccionan con el oxígeno de la atmósfera y producen el llamado “destello del cañón”, que no debe confundirse con la llama.

El negro de humo y los granos de pólvora no quemados originarán el ahumamiento y el tatuaje, respectivamente cuando el arma está próxima a la víctima, Cuando hay defecto en el alineamiento del cilindro giratorio con el cañón, también los fragmentos de plomo desprendidos del proyectil pueden incrustarse en la piel. <sup>(10)</sup>

#### ORIGEN DE LOS RESIDUOS DE DISPARO:

Al momento de disparar se dan dos efectos:

- a) la bala sale hacia delante; y
- b) los residuos de la descarga del arma de fuego (del iniciador y propelente) salen hacia el que dispara y hacia la víctima.

Las Partículas provienen, como se ha dicho entonces de:

- Fulminante
- Pólvora
- Proyectil
- Cartucho

Son formadas después del "Big Bang" como resultado de la condensación de gases calientes del fulminante así como de la expulsión de sólidos incandescentes del proyectil y del cartucho. Se tienden a depositar en Ropa, dedos, manos, cabello y medio ambiente <sup>(7)</sup>

Por esto la disposición y análisis de las muestras de residuos de disparo puede usar tanto para ayudar a identificar al tirador (o personas cercanas) como para estimar la distancia entre el arma y la víctima.

Estos residuos se trata de partículas esféricas e irregulares en el rango de tamaños de  $<0.5 \mu\text{m}$  a  $100 \mu\text{m}$

Los iniciadores suelen ser sustancias inorgánicas y los propelentes orgánicas. Una composición típica de un iniciador es estibato de plomo (explosivo), sulfuro de antimonio (combustible) y nitrato de bario (oxidante) <sup>(9)</sup>

El propelente suele ser un polvo que no provoque humo y que normalmente contiene nitrocelulosa y en algunos casos nitroglicerina. El propelente no suele arder completamente y deja restos que contienen moléculas que no han reaccionado mientras que el iniciador forma vapores que se condensan para dar partículas esféricas huecas que contienen elementos inorgánicos (Pb, Sb, Ba) muy buenos para identificar los residuos de disparo ya que normalmente no están presentes en los tejidos <sup>(5)</sup>

Sin embargo existen partículas denominadas críticas provenientes del medio ambiente al igual que partículas cuyo origen está en procesos industriales presentes en las manos de personas con oficios u ocupaciones tales como soldadores de metalmecánica, mecánicos

automotrices, pintores plomeros, polvoreros electricistas ensambladores de baterías etc cuya morfología y contenido químico es similar a los residuos de disparo <sup>(8)</sup>

Hay municiones que no contiene plomo (p ej sintox) pero contiene Zinc (Zn) y Titanio (Ti) por lo que también se pueden identificar con facilidad

Entre los elementos que se analizan en la prueba de residuos de disparo están

1 Antimonio De símbolo Sb es un elemento semimetálico blanco-azulado El numero atómico del antimonio es 51 el elemento se encuentra en el grupo 15 (o VA) del sistema periódico Se presenta por lo general con las propiedades de un metal aunque a veces se comporta como un no metal Normalmente tiene apariencia metálica. <sup>(7)</sup>

2 Bario De simbolo Ba, es un elemento blando plateado y altamente reactivo Pertenece al grupo 2 (o IIA) del sistema periódico y es uno de los metales alcalinotérreos Su numero atómico es 56 <sup>(7)</sup>

3 Plomo De simbolo Pb es un elemento ordinariamente sólido (metal pesado) de color plateado o de tono azulado aunque puede presentar ocasionalmente estructuras cristalinas Su numero atómico es 82 <sup>(7)</sup>

### **BALÍSTICA EXTERIOR**

Es la parte de la balística que corresponde al estudio de todo lo referente al proyectil disparado por un arma de fuego desde el momento que abandona la boca del cañón del arma,

su trayectoria, hasta el momento que hace impacto en el blanco, o en un cuerpo cualquiera que se interponga.

“Esta parte es la que estudia el movimiento del proyectil desde que abandona el arma hasta que incide sobre el blanco”.<sup>(10)</sup>

### BALÍSTICA DE EFECTOS

Estudia la forma en que actúa el proyectil al llegar al blanco, cómo queda este proyectil, cómo se efectúa la transferencia de energía cinética y qué efectos tiene sobre el objetivo, cómo funcionan los proyectiles especiales, etc.

“La balística de efectos tiene diversas ramas, según los puntos de vista desde los que puede ser estudiada, así la balística forense que trata de la identificación de un arma a través de un proyectil por sus marcas, las del rayado, la trayectoria, etc., todo lo cual tiene un alto interés policial desde el punto de vista de la identificación”.<sup>(10)</sup>

Se encarga del estudio de todas las consecuencias y efectos que puede producir el proyectil disparado por un arma de fuego, desde el primer impacto, hasta que se haya detenido.<sup>(10)</sup>

Le compete a esta parte de la balística, examinar y determinar las causas de las deformaciones sufridas por el proyectil, todo lo acontecido luego del primer impacto, hasta que se detiene. También le corresponde analizar el grado de penetración que tiene un determinado cartucho y a través del mismo, la distancia de disparo.

Otra rama sería la balística de las heridas y su complemento la cirugía de guerra, que estudia, desde el punto de vista médico, los efectos de un proyectil sobre un cuerpo vivo y los que produce en los diferentes órganos a que puede afectar, así como la forma de tratar las heridas que produce.

Una de las disciplinas utilizadas como complemento en los estudios balísticos se encuentra la Química.

### **3.1.3 Química Balística:**

Es la rama de la química Forense que comprende todos los análisis químicos forenses que se pueden realizar a partir de la producción de un hecho delictivo donde interviene un arma de fuego. <sup>(11)</sup>

Tipos de análisis químico balístico que se pueden realizar:

- ❖ sobre el arma
- ❖ sobre quien efectúa el disparo
- ❖ sobre el blanco.

En las ciencias forenses se han aplicado una gran variedad de técnicas para determinar si en las manos de un individuo existen residuos procedentes del disparo de un arma de fuego.

### **3.1.4 Análisis De Residuos De Disparo:**

La determinación de residuos de sustancias que pueden producirse en un disparo es un importante aspecto en la investigación de toda muerte ocasionada por arma de fuego.

**La presencia de tales residuos en las manos de una persona se ha considerado como indicio de que fue la autora del disparo o estuvo expuesta a sus efectos**

**El primer método empleado con tal propósito fue creado por un científico cubano Gonzalo Iturrioz, en 1913 <sup>(14)</sup> (aplicada para la resolución en el caso del homicidio del Jefe de la Policía General Armando De la Riva el 7 de junio de 1913 en el Paseo del Prado en La Habana)**

**En 1922 en la “Revista de Medicina Legal de Cuba” se publicó del Dr José A Fernández Benítez el Artículo intitulado Consideraciones sobre las manchas producidas por los disparos de arma de fuego en el cual el autor recomienda el uso de la parafina para captar los productos nitrados en la mano de la persona sospechosa de haber disparado un arma de fuego aplicando para identificar los compuestos nitrados el reactivo de Guttman (difenilamina sulfurica) Más tarde aproximadamente en el año 1931 Teodoro González Miranda, del Laboratorio de Identificación Criminal de Mexico introduce en México el procedimiento de Fernández Benítez, después conocido con el nombre de ‘prueba de parafina <sup>(10)</sup>.**

**En los Estados Unidos de América se aplicó por vez primera el procedimiento de la parafina en el caso de Margarita Williams (1933) y fue el Sheriff Ayres del Buró de Homicidios de los Angeles California, el primer técnico norteamericano en usarlo habiéndolo aprendido directamente de los profesores Benjamín Martínez y Teodoro González, distinguidos investigadores mexicanos <sup>(10)</sup>**

- Prueba de la Parafina (Dermotest o dermonitrotest):

Está basada en la identificación de nitritos y nitratos como productos de la deflagración de la pólvora. Se vertía parafina fundida sobre las manos del sospechoso de haber disparado un arma de fuego, se recogían las partículas de pólvora. El guantelete así obtenido se trataba con difenilamina ácido sulfúrico (reactivo de Gutman o reactivo de Ludge). Se creía que solo tenía los nitratos y nitritos derivados de la pólvora. La realidad es que, además de ellos reaccionaba toda sustancia que posea propiedades oxidantes, como permanganatos, cloratos, peróxidos, algunas sales férricas., etc., <sup>(14)</sup> siendo descartada entonces, ya que los reactivos utilizados reaccionaba con los derivados nitrados que se encontraban en diferentes productos de uso frecuente, por ejemplo: cosméticos, fertilizantes, etc. <sup>(10)</sup>. Por otra parte, la prueba requería parafina y reactivos de óptima calidad, y que la practicara un técnico de experiencia. En 1967, la Academia Americana de Ciencias Forenses recomendó que se abandonara en vista de su inespecificidad <sup>(14)</sup>.

Como alternativa a esta técnica, en 1959, Harrison y Gilroy idearon otros métodos que se basaban en la identificación de bario, antimonio y plomo originados en el fulminante <sup>(14)</sup> y la determinación de plomo proveniente del proyectil, debido a que estas sustancias siempre se asienta en la mano de disparador.

- Prueba de Peter Grey von Illoswa (colorimetría por diazotación-copulación):

Usada para el revelado de los restos de pólvora deflagrados. Se realiza una revisión de la muestra mediante microscopía o lupa binocular, para observar partículas de pólvora parcialmente quemada, luego a estas muestras se le practican reacciones específicas de

caracterización cualitativa de restos de combustión incompleta de los propulsores del proyectil y permiten individualizar los nitritos presentes basándose en la conversión de los mismos en azocolorante (reactivo Rodizonato de sodio) <sup>(11)</sup>

- Prueba de Harrison Gilroy

Fue introducida como un método colorimétrico para la detección de bario y antimonio procedentes del fulminante así como de plomo elemento constitutivo del proyectil presentando una mayor especificidad para la identificación <sup>(10)</sup>

Mediante algodón humedecido en ácido clorhídrico se recogían las partículas de las manos del sospechoso Seguidamente por medio de yoduro de trifenilmetilarsonio se determinaba la presencia de antimonio y con rodizonato de sodio la de bario y plomo <sup>(14)</sup>

Sin embargo es poco sensible ya que es necesario contar con microgramos de cada uno de estos elementos, por lo que no llegó a difundirse debido a su limitada sensibilidad

En la actualidad se emplean tres métodos cuantitativos para el análisis de residuos de un disparo de arma de fuego

- 1 La activación de neutrones
- 2 FAAS (Flaméeles atomic absorption spectroscopy Espectroscopia de Absorción atómica sin flama) y
- 3 La microscopia electrónica de barrido con detector de rayos X (SEM/EDX)



### **Descripción del método de análisis**

**1 Análisis para activación de neutrones** Estudiado en 1964 por Ruch y Col consiste en determinar la concentración de antimonio y bario por la formación de radioisótopos resultantes de un bombardeo con neutrones. La metodología de absorción atómica se basa en la absorción selectiva de energía, la cual se da cuando la radiación luminosa pasa a través de un vapor atómico de un elemento específico. La absorción generada es directamente proporcional a la concentración del analito <sup>(12)</sup>

Este método ofrece una mayor sensibilidad, pero no ha sido de la aceptación de los laboratorios forenses, por su elevado costo de operación por su difícil acceso y porque se requieren varios días para realizar un análisis completo <sup>(9)</sup>

**2 Espectrofotometría de absorción atómica sin flama,** Permiten identificar y cuantificar el bario, el antimonio, el cobre y el plomo que hubieran maculado la mano de quien hizo el disparo con la enorme ventaja de que pueden detectar pequeñísimas cantidades de estos elementos (partes por millón ppm). Distingue a esta técnica, su muy elevada sensibilidad y acorde con ello su baja incidencia de falsos positivos. Sin embargo, tienen la desventaja de que si se aplican algunas horas después de haber disparado el arma de fuego, la incidencia de "falsas negativas" es enorme llegando esto al máximo después de las ocho horas <sup>(9)</sup>

Es un método rápido de fácil operación y cuya sensibilidad es comparable con la del análisis por activación de neutrones.

- 3 La microscopia electrónica de barrido con detector de rayos X Permite revelar detalles microestructurales, ya que permite realizar una correcta caracterización de un determinado espécimen Es considerada una prueba de certeza. Se basa en la detección de Plomo Antimonio y Bario el análisis busca partículas esféricas de entre 2 y 5 micrones de diametro y llevar a cabo el análisis químico elemental el cual revela la presencia de estos tres elementos <sup>(17)</sup>

Los residuos se recogen de las manos del sospechoso mediante hisopos de algodón humedecidos en ácido clorhídrico o en ácido nítrico Para la microscopia electrónica se emplea material adhesivo (carbón) observando en el estudio la concentración química de los residuos inorgánicos y la micromorfología de estas partículas provenientes de la deflagración del disparo de un arma de fuego

La activación de neutrones permite determinar solo antimonio y bario en cambio las técnicas del FAAS además de identificar a los tres elementos permiten reconocer el cobre vaporizado del casquillo por lo que su bajo costo facilidad del análisis y la sensibilidad adecuada han contribuido a popularización de esta prueba <sup>(14)</sup>

### **Interpretación de los Resultados de las Técnicas Cuantitativas de Detección Residuos de Disparo**

Los elementos bario y antimonio son componentes de la mayoría de las mezclas de fulminantes de las municiones y se encuentran regularmente como residuos de disparo El

valor del análisis de residuos de disparo en manos utilizando cualquier técnica para el análisis de los metales bario y antimonio está basado en estas propiedades y se reporta como <sup>(9)</sup>:

A- Niveles significativos: Cuando en el laboratorio se detectan niveles elevados de bario y antimonio, provenientes típicamente de residuos de disparo, estos niveles son descritos como niveles significativos. Ya que la manera en que ocurrió la deposición de los residuos de disparo en las manos no se puede inferir o determinar con el análisis de residuos de disparo en manos.

B- Niveles insignificantes: Cuando los niveles de bario y antimonio no son detectados, entonces estas cantidades son descritas como niveles insignificantes. Ha sido demostrado consistentemente que cantidades insignificantes de bario y antimonio pueden ser encontradas en individuos que: No han estado en un ambiente de residuos de disparo, han estado en un ambiente de residuos de disparo pero cantidades significativas no se depositaron en sus manos, aquellos en los que se ha depositado residuos de disparo significativamente en sus manos pero que se removieron parte o totalmente antes del muestreo y en aquellos en los que se realizó un muestreo inapropiado; aunque no se puede atribuir ningún significado definitivo a cantidades insignificantes de bario y antimonio

La información que podemos obtener con el análisis de residuos de disparo depende de las circunstancias en las que se dieron los hechos, ya que <sup>(9)</sup>:

Niveles significativos de estos metales pueden depositarse en las manos de aquellos individuos que han disparado un arma de fuego aquel que esté cercano al arma de fuego cuando se haya disparado y de aquel que ha manejado algún arma o componente de munición.

No es común encontrar niveles altos de bario y antimonio en individuos que no están relacionados recientemente con un arma de fuego o algún componente de munición.

El propósito más importante para efectuar un análisis de residuos de disparo es determinar la distancia a que éste fue ejecutado La detección de residuos puede respaldar o contradecir declaraciones en cuanto a

Suicidio vs Homicidio

Defensa propia

Disparo durante forcejeo

### **3 1 5 Análisis De Residuos De Disparo En Panama**

*La Prueba de la PARAFINA fue utilizada en el Departamento Nacional de Investigaciones (DENI) en la antigua fuerzas de defensas Al cambiar a Policía Técnica judicial (PTJ) continua siendo utilizada esta prueba.*

*En 1991 se elimina esta Prueba de las técnicas del laboratorio de Química Forense adoptándose y siendo utilizada hasta la actualidad*

*Prueba colorimétrica de RESIDUOS DE DISPARO para muestras de manos y piel  
(RODIZONATO DE SODIO)*

*Prueba colorimétrica de RESIDUOS DE DISPARO para prendas de vestir (Prueba modificada de WALKER) la cual evidencia la presencia de nitritos alrededor del orificio de entrada de la bala.*

Para la detección de residuos de disparo en las manos se utiliza la prueba de

- 1 PRUEBA DE HARRISON GILROY (rápida y económica, usada para la detección de plomo bario y antimonio) El Procedimiento utilizado en Panamá (según el manual de procedimientos de criminalística de campo 2011) se basa en humedecer un palillo de algodón (hisopo) con dos ó tres gotas de ácido acético al 15% cada hisopo se coloca dentro de un tubo debidamente rotulado como muestra control dorso de la mano derecha/izquierda y palma de la mano derecha/izquierda, luego se transporta con su cadena de custodia al laboratorio de Química Forense para su análisis

Para la detección de residuos de disparo en ropas se utilizan las pruebas de

- 1 DE WALKER la cual fue introducida en 1937 por J Walker Su objetivo es la identificación del ion nitrito

En el Laboratorio de Química Forense del IMELCF las muestras son examinadas microscópicamente mediante un Estereoscopio binocular (marca Cambridge) instrumento utilizado para detectar las partículas de Pólvora incombustas o parcialmente combustas Las partículas que son sospechosas son caracterizadas mediante prueba cromática de GUTTMAN con el reactivo Difencilamina Sulfúrica, si existe cantidad suficiente se identifica mediante espectroscopia infrarroja Luego se continúan con las técnicas de detección cromáticas cualitativas siendo las muestras sometidas a la Prueba de WALKER, para la detección de

**Nitritos residuales utilizando el reactivo de Gries (Naftol Sulfanilico) finalmente se le realiza la prueba de HARRISON-GILROY para la detección de plomo y bario mediante los reactivos de Buffer de Tartrato y Rodizonato de sodio**

**Autores recomiendan que la recuperación de residuos de disparo debe ser rápida, debido a que los residuos presentes en la piel y manos son fácilmente removibles con las actividades cotidianas normales, aseo personal atenciones hospitalarias cambios en las condiciones ambientales entre otras ya que el lavado y otras actividades disminuyen la cantidad de residuos que se puedan obtener Las muestras tomadas después de las seis horas luego de ocurrido el hecho tienen una alta probabilidad de no ser representativas para el análisis <sup>(10)</sup>**

### **3 2 HIPÓTESIS DE TRABAJO**

- La prueba de residuos de disparo resultara positiva en todos los casos que hayan disparado y en los casos de suicidio**

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1 OPERACIONALIZACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES:**

##### **4.1.1 Variables**

###### Variable independiente:

- Manera de muerte
- Prueba de detección de Pólvora
- Prueba de Greiss
- Prueba de Rodizonato
- Prueba de detección de Cobre

###### Variables dependientes

- Residuo de disparo

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>TIPO DE VARIABLE Y DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>
<i>Residuo de Disparo</i>	<p>Son los elementos que salen de la boca de fuego y de la parte posterior del arma cuando el proyectil es disparado. Generalmente están formados por gránulos de pólvora combustionada, semicombustionada o cruda, partículas metálicas procedentes del proyectil y el fulminante de la vainilla, tales como plomo, cobre, bario y antimonio.</p> <p>Pueden detectarse en manos, piel, vestimentas</p>	<p>Cualitativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo: Presencia de alguno de los elementos que salen de la boca del cañón en las manos del individuo.</li> <li>• Negativo: Ausencia de los elementos que salen de la boca del cañón en las manos del individuo.</li> <li>• No se tomó: Aquellos casos en que las condiciones, no reúne los requisitos necesarios para que sea tomada la muestra.</li> <li>• En Proceso: Aquellos casos que al momento de realizado el estudio, no han sido analizadas las muestras.</li> <li>• No encontrado. No se haya registro dubitado, de que la muestra haya sido remitida al Laboratorio de química forense.</li> </ul>
<i>Manera de Muerte</i>	<p>Concepto judicial y administrativo cuya determinación no es competencia del médico forense. El establecimiento de la manera de muerte (natural, accidental, homicidio, suicidio indeterminada o no clasificable) es el resultado de la evaluación completa e integral de un caso en particular. Esta evaluación se hace tomando en consideración toda la información disponible; incluyendo: los datos del lugar del hecho, los antecedentes médicos y sociales del difunto, los resultados de la necropsia, los informes de los análisis complementarios, los testimonios, declaraciones y demás diligencias y elementos aportados en el expediente judicial. Durante el proceso judicial si se obtienen datos o pruebas adicionales, esto puede cambiar.</p>	<p>Cualitativa:</p> <p>Es la determinación del carácter homicida, suicida, accidental, natural, indeterminada o en investigación de un fallecimiento, desde el punto de vista médico legal, lo cual ayuda a orientar a la investigación de la autoridad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suicidio: Muerte debido a la acción del mismo individuo, con la intención precisa de poner fin a su vida.</li> </ul>
<i>Detección de Pólvora</i>	<p>Prueba en la que se observa la muestra del hisopo en un estereoscopio, los granos negruzcos, sospechoso de pólvora se extraen y se les añade un reactivo (difenilamina sulfurica<sup>9</sup>, con el objetivo de obtener un cambio de coloración ante la presencia de pólvora también se detecta por espectrofotometría infrarroja.</p>	<p>Cualitativa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo: la muestra analizada revela un color azul.</li> <li>• Negativo: la muestra analizada no desarrolla la tonalidad azul.</li> </ul>



<b>Prueba de Griess</b>	Detecta la presencia de nitratos orgánicos La reacción de diazotación de Griess en la que se fundamenta el reactivo fue descrita por primera vez en 1858 El nitrito es detectado y analizado por la formación de un color amarillo Cuando se agrega el ácido Sulfanílico los nitritos forman una sal de diazonio cuando se agrega alfa naftilamina, se desarrolla el color anaranjado Debido a la habilidad de muchas sustancias para producir iones nitrato la prueba no es concluyente y puede ser de valor limitado	Cualitativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo la muestra analizada revela un color amarillo naranja.</li> <li>• Negativo la muestra analizada no desarrolla la tonalidad</li> </ul>
<b>Prueba de Rodizonato de Sodio</b>	También llamada colorimétrica o microscópica, es una técnica que identifica plomo y bario existentes en los disparos de armas de fuego La muestra es tratada con una solución buffer para proporcionar un medio ácido luego se agrega el ácido rodizonico cuyo color desaparece cuando se oxida, dejando que dicha reacción proporcione color a los elementos Plomo (rojo escarlata) y Bario (rosado)	Cualitativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo la muestra analizada revela un color rojo-naranja.</li> <li>• Negativo la muestra analizada no desarrolla la tonalidad rojo-naranja.</li> </ul>
<b>Detección de Cobre</b>	Prueba en la que se agregan una serie de reactivos a la muestra, se realizan lavados y finalmente en una cámara de extracción de gases se agregan los reactivos (212 Biquinolina + Isobutanol) para obtener la formación de un anillo color morado ante la presencia de cobre	Cualitativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo la muestra analizada revela un anillo color lilamorado</li> <li>• Negativo la muestra analizada no desarrolla el anillo</li> </ul>

## 4.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La primera parte es de tipo Experimental ya que se realizaron pruebas experimentales para la detección de residuos de disparo en manos, a veinte voluntarios del Laboratorio de Balística Forense del IMELCF Inicialmente y luego del lavado de manos a todos se les tomo una muestra del dorso y de la palma de ambas manos en el tiempo cero (0h) luego a todos los sujetos se les solicito realizaran un disparo en un ambiente controlado con un tipo de arma y munición en específico (diez sujetos utilizaron revolver marca Taurus calibre 038 especial con un cañón de 4 pulgadas con una munición de plomo desnuda marca

Winchester 38 SPL los otros diez sujetos utilizaron una pistola de marca Prieto Beretta modelo 92F con un largo del cañón de 4 1/4 pulgadas, con una munición encamisada marca Blazer 9mm Luger) a otros 20 sujetos se les pidió que no realizaran disparo. A todos se les tomo nuevamente la muestra justo después de realizar la detonación, a los 30 minutos a la hora post-detonación y a las 4 horas post-detonación, mientras los mismos continuaban con sus labores administrativas habituales. Posteriormente se procedió con otros veinte voluntarios de los diversos laboratorios de Criminalística, a tomar una muestra control posterior al lavado de las manos y una muestra a veinte sujetos, luego del contacto con monedas de diversas denominaciones y a los otros veinte sujetos luego del contacto con prendas de fantasía, acero oro y plata.

Posteriormente todas las muestras fueron transportadas para su análisis al laboratorio de Química Forense del IMELCF

La segunda parte es de tipo Descriptivo retrospectivo y transversal basada en la revisión de la base de datos de la Morgue Judicial de Panamá para la determinación de los casos establecidos como manera de muerte suicidio por herida de proyectil de arma de fuego información que es extraída de los certificados de Defunción confeccionados luego de realizada la necropsia y la posterior verificación de los casos encontrados con los resultados de las prueba de residuos de disparo practicadas en las manos y realizados por el Laboratorio de Química Forense de la Subdirección de Criminalística del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses en el periodo comprendido entre los años 2010 y 2012

### **4.3 UNIVERSO Y MUESTRA**

**Nuestro universo comprende ochenta individuos escogidos al azar a los cuales se les practico la toma de muestra para la detección de residuos de disparo en mano en diferentes condiciones en la seccion de criminalística del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses en septiembre de 2014**

### **4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

**Todos los individuos que laboraran en la sección de criminalística forense que pudieran realizar disparos en septiembre de 2014**

### **4.5 CRITERIO DE EXCLUSIÓN**

**Todos los individuos que hayan realizado un disparo de arma de fuego el día de recolectada la muestra.**

### **4.6 TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**Debido a que este estudio consta de una metodología Experimental y una Descriptiva, Retrospectiva, la técnica será de igual manera descrita en dos puntos como**

- 1 Inicialmente se seleccionara un grupo de individuos de la sección de Criminalística del Instituto de Medicina legal a los cuales se le tomara muestra de**

las manos para el análisis de residuos de disparo a diferentes intervalos de tiempo las mismas serán analizadas en el Laboratorio de Química Forense al igual que se tomara muestras de las manos de personas que hayan tenido contacto con monedas y con prendas las cuales también serán analizadas

- 2 La técnica que se utilizara en la segunda parte del estudio estará basada en la revisión y análisis de la base de datos de la Morgue Judicial de Panamá para obtener el registro estadístico de los casos consignados en la manera de muerte suicidio luego estos casos serán investigados en el registro de casos del Laboratorio de Química Forense de Criminalística del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Panamá para obtener el resultado de la prueba de residuos de disparo

#### **4.7 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se registraran los datos en un formato para la recolección de la información con las variables a investigar y de acuerdo a su definición operacional En el se anotaron los datos obtenidos de cada variable correspondiente Se utilizó un esquema tipo selección múltiple para cada variable

#### **4.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

**Para el análisis estadístico los datos serán recabados en el Programa Microsoft Office Excel 2007 Epi Info versión 7.1.1 y Epidat versión 3.1. Se elaborara la base de datos necesaria con el programa Epi Info 7.1.1 y Epidat 3.1 para el almacenamiento y tabulación de los datos investigados**

#### **4.9 CARACTER INNOVADOR**

**En Panamá, no se han realizado estudios que valoren la sensibilidad y especificidad de las pruebas realizadas para la detección de residuos de disparo en los laboratorios de Química Forense del Instituto de Medicina Legal. De esta observación surge la importancia de ser los pioneros en este estudio, el cual debe servir de base para los futuros análisis sobre la efectividad y aplicación de la prueba de residuos de disparo en las investigaciones forenses de la muerte.**

#### **4.10 ASPECTOS ÉTICOS**

**Los registros del estudio serán confidenciales para el personal que no participa del mismo. El nombre y cualquier información que pueda identificar a las participantes del estudio no serán revelados.**



**Gráfico N°1. Porcentaje de los resultados de la Prueba de residuos de disparo, realizados en las manos de voluntarios, posterior al lavado de las mismas, IMELCF. Septiembre 2014.**



Se refleja que en el control inicial (luego del lavado de las manos), todas las pruebas realizadas para la detección de las diferentes partículas que componen los residuos de disparo, resultaron negativas.

**Cuadro II. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, inmediatamente después de realizado un disparo. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014.**

MUESTRA Nº 1 Post Disparo																
No	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre
	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	P	P	N	N	P	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N

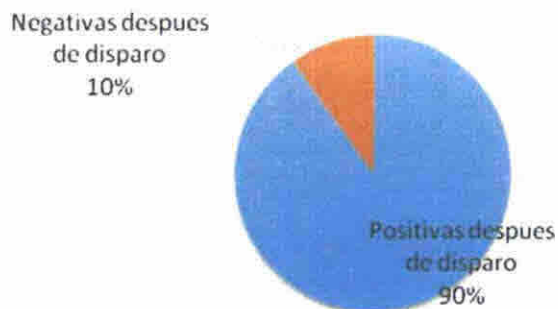
*:: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.*

*:: Dra. Melayne Zanetti.*

*ativo/P=Positivo*



**Gráfico N°2. Porcentaje de los resultados de la Prueba de residuos de disparo, realizados en las manos de voluntarios, posterior a un disparo, IMELCF. Septiembre 2014.**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	18	0	18	
Negativo	2	20	22	
Total	20	20	40	

	Valor	IC (95%)		
Sensibilidad (%)	90.00	74.35	100.00	
Especificidad (%)	100.00		97.50	100.00
Índice de validez (%)	95.00	87.00	100.00	
Valor predictivo + (%)	100.00		97.22	100.00
Valor predictivo - (%)	90.91	76.62	100.00	

Dieciocho de las veinte muestras tomadas, dieron positivo para pólvora, solo una muestra dio positiva para nitritos y en ninguna se encontró Plomo, Antimonio ni Cobre. La sensibilidad de la Prueba luego de realizado un disparo es del 90% y la Especificidad es del 100%.

**Cuadro III. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, después del lavado de manos, luego de haber realizado un disparo. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014.**

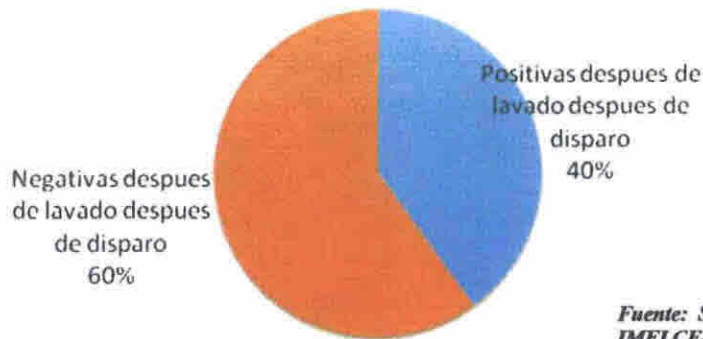
MUESTRA N°1 Post lavado de manos, después del disparo																
Sujeto	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora Cobre	Nitritos	Plomo		Pólvora Cobre	Nitritos	Plomo		Pólvora Cobre	Nitritos	Plomo		Pólvora Cobre	Nitritos	Plomo	
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
8	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
9	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

ite: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.

or: Dra. Melayne Zanetti.

egativo/P=Positivo

**Gráfico N°3. Porcentaje de los resultados de la Prueba de residuos de disparo, realizados en las manos de voluntarios, posterior al lavado de las manos, luego de haber realizado un disparo, IMELCF. Septiembre 2014.**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	8	0	8	
Negativo	12	20	32	
Total	20	20	40	

	Valor	IC (95%)		
Sensibilidad (%)	40.00	16.03	63.97	
Especificidad (%)	100.00		97.50	100.00
Índice de validez (%)	70.00	54.55	85.45	
Valor predictivo + (%)	100.00		93.75	100.00
Valor predictivo - (%)	62.50	44.16	80.84	

A ocho sujetos, se les detectó persistencia de la presencia de pólvora, luego del lavado de las manos. La sensibilidad de la Prueba luego de lavadas las manos, después de haber realizado un disparo es del 40% y la Especificidad es del 100%.

**Cuadro IV. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego del lavado de las mismas. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014**

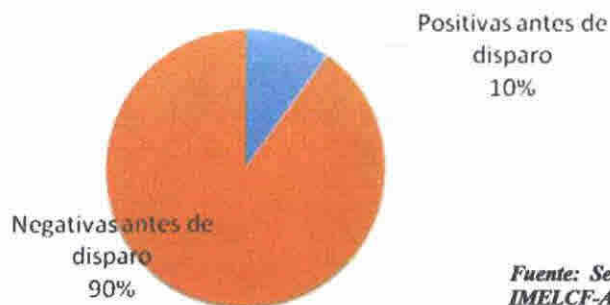
MUESTRA Nº 2 CONTROL (post lavado de manos)																
Sujeto	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora Cobre	Nitritos	Plomo	Pólvora Cobre	Nitritos	Plomo		
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
7	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
16	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
18	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
19	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N		
20	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		

Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.

Por: Dra. Melayne Zanetti.

N=Negativo/P=Positivo

**Gráfico N°4. Porcentaje de los resultados de la Prueba de residuos de disparo, realizados en las manos de voluntarios, posterior al lavado de las mismas, IMELCF. Septiembre 2014.**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Se refleja que en el control inicial (luego del lavado de las manos), dos pruebas realizadas para la detección de las diferentes partículas que componen los residuos de disparo, resultaron positivas, sin haber realizado ningún disparo.



**Cuadro V. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, inmediatamente después de realizado un disparo. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014.**

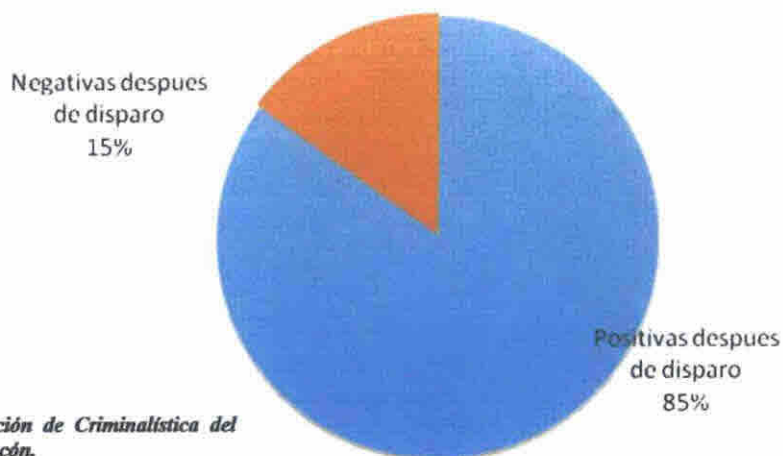
MUESTRA N°2 Post Disparo															
Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre
N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N

*e: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.*

*r: Dra. Melayne Zanetti.*

*gativo/P=Positivo*

**Gráfico N°5. Porcentaje de los resultados de la Prueba de residuos de disparo, realizados en las manos de voluntarios, posterior a un disparo, IMELCF. Septiembre 2014.**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	17	2	19	
Negativo	3	18	21	
Total	20	20	40	

	Valor	IC (95%)	
Sensibilidad (%)	85.00	66.85	100.00
Especificidad (%)	90.00	74.35	100.00
Índice de validez (%)	87.50	76.00	99.00
Valor predictivo + (%)	89.47	73.04	100.00
Valor predictivo - (%)	85.71	68.37	100.00

En tres sujetos no se le encontro ninguna partícula que componen los residuos de disparo, inmediatamente despues de haber realizado una detonación. La sensibilidad de la Prueba luego de realizado un disparo es del 85% y la Especificidad es del 90%.

**Cuadro VI. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de treinta minutos de realizado el disparo. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014**

MUESTRA Nº 2 a los 30 minutos Post Disparo																
Sujeto	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre
1	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
9	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
10	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
11	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
12	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
13	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
14	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
15	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
16	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
18	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
19	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
20	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N

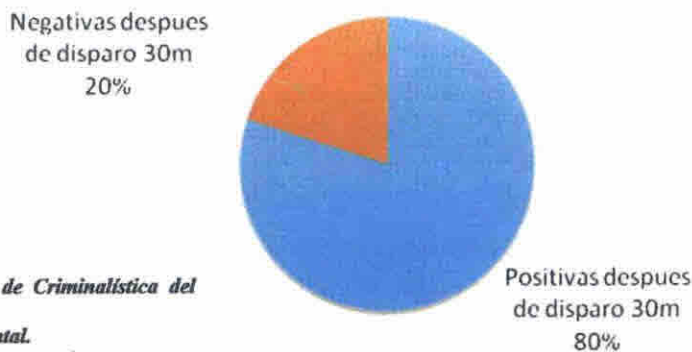
*Nota: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.*

*Por: Dra. Melayne Zanetti.*

*Negativo/P=Positivo*



**Gráfico N°6. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego treinta minutos de realizado el disparo, IMELCF. Septiembre-2014**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.*

*Prueba experimental.*

*Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	16	2	18	
Negativo	4	18	22	
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	

	Valor	IC (95%)	
Sensibilidad (%)	80.00	59.97	100.00
Especificidad (%)	90.00	74.35	100.00
Índice de validez (%)	85.00	72.68	97.32
Valor predictivo + (%)	88.89	71.59	100.00
Valor predictivo - (%)	81.82	63.43	100.00

En cuatro sujetos no se le encontro ninguna partícula que componen los residuos de disparo, despues de treinta minutos de haber realizado una detonación, pero en la muestra del sujeto número 10, se detectó presencia de pólvora a los 30 minutos, cuando inmediatamente posterior al disparo, no se encontró ninguna partícula de residuo de disparo. La sensibilidad

de la Prueba luego de 30 minutos después de haber realizado un disparo es del 80% y la Especificidad es del 90%.

**Cuadro VII. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de una hora de realizado el disparo. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014**

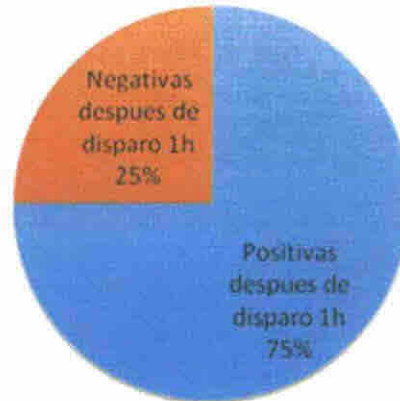
MUESTRA Nº 2 a la Hora (1h) Post Disparo																
Estado	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N

fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.

autor: Dra. Melayne Zanetti.

Negativo/P=Positivo

**Gráfico N°7. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de una hora de realizado el disparo, IMELCF. Septiembre-2014**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	15	2	17	
Negativo	5	18	23	
Total	20	20	40	

	Valor	IC (95%)	
Sensibilidad (%)	75.00	53.52	96.48
Especificidad (%)	90.00	74.35	100.00
Índice de validez (%)	82.50	69.47	95.53
Valor predictivo + (%)	88.24	69.98	100.00
Valor predictivo - (%)	78.26	59.23	97.29

**En cinco sujetos no se le encontro ninguna partícula que componen los residuos de disparo despues de una hora de haber realizado una detonación, pero en las muestras de los sujetos numero 4 7 y 8 a los cuales no se le habian detectado presencia de particulas de residuos de disparo a los 30 minutos en el análisis de la hora post disparo se encontró presencia de Pólvora, y la muestra numero 10 persistio positiva a la hora La sensibilidad de la Prueba luego de una Hora despues de haber realizado un disparo es del 75% y la Especificidad es del 90%**

**Cuadro VIII. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de cuatro horas de realizado el disparo. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014**

MUESTRA N° 2 a las Cuatro horas (4h) Post Disparo																
No	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitritos	Plomo	Cobre
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.

Autor: Dra. Melayne Zanetti.

Negativo/P=Positivo

**Gráfico N°8. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de cuatro horas de realizado el disparo, IMELCF. Septiembre-2014**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	9	2	11	
Negativo	11	18	29	
Total	20	20	40	

	Valor	IC (95%)	
Sensibilidad (%)	45.00	20.70	69.30
Especificidad (%)	90.00	74.35	100.00
Índice de validez (%)	67.50	51.74	83.26
Valor predictivo + (%)	81.82	54.48	100.00
Valor predictivo - (%)	62.07	42.69	81.45

En nueve sujetos persistía la presencia de pólvora, luego de las 4 horas de haber realizado la detonación, pero en el caso de las muestras 5 y 6 se detectó presencia de pólvora, cuando a la en el caso de la numero 5 no se habían detectado partículas ni a los 30 minutos ni a la hora post disparo y en el caso de la numero 6 no se había detectado residuos a la hora post disparo La sensibilidad de la Prueba luego de Cuatro Horas después de haber realizado un disparo es del 45% y la Especificidad es del 90%

**Cuadro IX. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios luego del lavado de las mismas Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF Panamá Septiembre-2014**

MUESTRA Nº 3 Post Lavado de manos, antes de tocar objetos																
No.	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora	Nítritos	Piomo	Cobre	Pólvora	Nítritos	Piomo	Cobre	Pólvora	Nítritos	Piomo	Cobre	Pólvora	Nítritos	Piomo	Cobre
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

*Inte. Sección de Criminalística del IMELCF-Ancha. Prueba experimental.  
Por Dra. Melayne Zanetti.  
Negativo/P=Positivo*



**Cuadro X Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios posterior al contacto con prendas de varios metales Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF Panamá Septiembre-2014**

MUESTRA Nº 3 Posterior a tocar prendas																
Índice	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pólvora Cobre	Nitratos	Plomo		Pólvora	Nitratos	Plomo	Cobre	Pólvora	Nitratos	Plomo	Cobre	Pólvora Cobre	Nitratos	Plomo	
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

*ente. Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.*

*Por Dra. Melayne Zanetti.*

*Negativo/P=Positivo*

**Gráfico N°9. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de haber tocado prendas varias, IMELCF. Septiembre-2014**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

En el control inicial (luego del lavado de las manos), todas las pruebas realizadas para la detección de las diferentes partículas que componen los residuos de disparo, resultaron negativas, al igual que en las muestras de los sujetos, que estuvieron en contacto con prendas de diversos metales.

**Cuadro IX. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, posterior al lavado de manos y al contacto con monedas de diversas denominaciones. Laboratorio de Balística/Química Forense del IMELCF-Panamá. Septiembre-2014**

MUESTRA N° 3 Posterior a tocar monedas de diversas denominaciones																
Objeto	Dorso Derecho				Palma Derecha				Dorso Izquierdo				Palma Izquierda			
	Pòlvora	Nitritos	Plomo	Cobre	Pòlvora Cobre	Nitritos	Plomo		Pòlvora Cobre	Nitritos	Plomo		Pòlvora Cobre	Nitritos	Plomo	
1	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P
10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P
14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P

*fuente: Sección de Criminística del IMELCF-Ancón. Prueba experimental.*

*autor: Dra. Melayne Zanetti.*

*Negativo/P=Positivo*

**Gráfico N°10. Análisis de Residuos de disparo de las manos de voluntarios, luego de haber tocado monedas de diversas denominaciones, IMELCF. Septiembre-2014**



*Fuente: Sección de Criminalística del IMELCF-Ancón.  
Prueba experimental.  
Por: Dra. Melayne Zanetti.*

Nivel de confianza: 95.0%

Prueba diagnóstica	Prueba de referencia		Sanos	Total
	Enfermos			
Positivo	9	2	11	
Negativo	11	18	29	
Total	20	20	40	

	Valor	IC (95%)	
Sensibilidad (%)	45.00	20.70	69.30
Especificidad (%)	90.00	74.35	100.00
Índice de validez (%)	67.50	51.74	83.26
Valor predictivo + (%)	81.82	54.48	100.00
Valor predictivo - (%)	62.07	42.69	81.45



**Cuadro XIII Análisis de Residuos de disparo realizados en el Laboratorio de Química Forense del IMELCF Panamá 2010-2012**

<b>AÑO</b>	<b>ANÁLISIS DE RESIDUO DE DISPARO</b>
<b>2010</b>	<b>203</b>
<b>2011</b>	<b>737</b>
<b>2012</b>	<b>877</b>

Fuente Departamento de Estadísticas del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses

Se observa un incremento importante en los análisis de residuos de disparo realizado en el Laboratorio de Criminalística del IMELCF entre los años 2010 al 2012

**Cuadro XIV Necropsias por arma de Fuego realizadas en la Morgue Judicial de Panamá 2010-2012**

<b>AÑO</b>	<b>TOTAL NECROPSIAS TRAUMÁTICAS</b>	<b>NECROPSIAS TRAUMÁTICAS POR ARMA DE FUEGO</b>	<b>FRECUENCIA RELATIVA (%)</b>
<b>2010</b>	<b>1129</b>	<b>498</b>	<b>44 10</b>
<b>2011</b>	<b>1237</b>	<b>516</b>	<b>41 71</b>
<b>2012</b>	<b>1202</b>	<b>441</b>	<b>36 69</b>

Fuente Departamento de Estadísticas del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses

**Gráfica N° 11. Total de Necropsias realizadas en la Morgue Judicial de Panamá. 2010-2012.**



Fu.

ente: Departamento de Estadísticas del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

En la Morgue Judicial de Panamá, durante el año 2010 se realizaron 1129 autopsias de etiología médico legal traumática, de las cuales, 498 (44%) fueron de causa de muerte por Proyectoil de Arma de Fuego; así mismo en el año 2011 y 2012, con 1237 autopsias y 1202 autopsias de etiología médico legal traumática, respectivamente se obtuvo como causa de muerte por proyectil de arma de fuego, un 42% y 37% respectivamente.

**Cuadro XV Necropsias por armas de Fuego clasificadas segun manera de muerte Suicidio y En Investigación realizadas en la Morgue Judicial de Panamá 2010-2012**

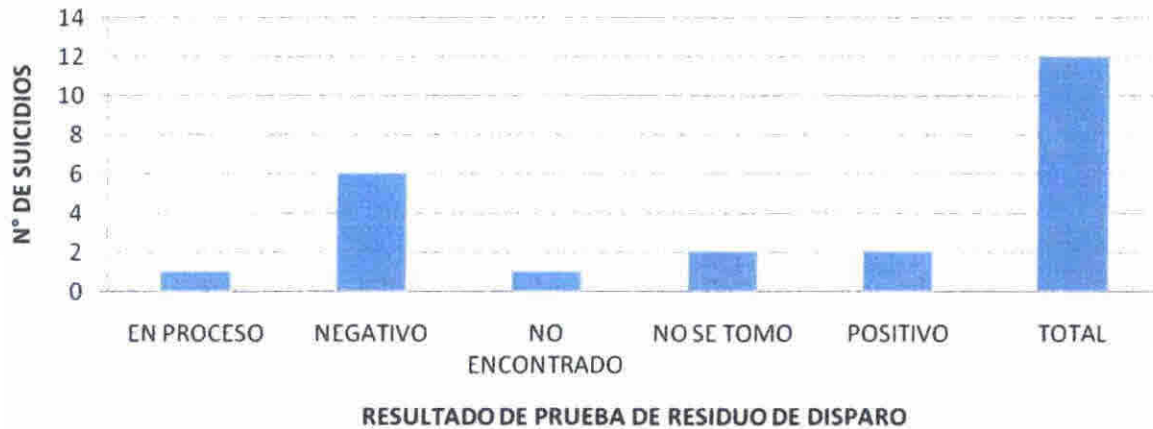
<b>AÑO</b>	<b>TOTAL NECROPSIAS TRAUMÁTICAS POR ARMA DE FUEGO</b>	<b>SUICIDIO</b>	<b>FRECUENCIA RELATIVA (%)</b>
<b>2010</b>	<b>498</b>	<b>NHR</b>	<b>—</b>
<b>2011</b>	<b>516</b>	<b>2</b>	<b>0.38</b>
<b>2012</b>	<b>441</b>	<b>10</b>	<b>2.27</b>

Fuente: Departamento de Estadísticas del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses  
NHR: No hay registro

En el año 2010 no se contaba con registro estadístico que hiciera la clasificación según la manera de muerte. En el año 2011 se reportaron 2 suicidios por arma de fuego y para el año 2012 se dio un incremento a 10 en el número de suicidios por arma de fuego.



**Gráfica N° 12. Resultado de la Prueba de Residuos de Disparo, practicadas a los casos registrados como manera de muerte Suicidio, en la Morgue judicial de Panama. "2010-2012**



Fuente: Investigación de registros del laboratorio de química forense por Dra. Melayne Zanetti.

.De los doce casos de suicidios registrados entre los años 2010 a 2012 que le fueron practicados residuos de disparo, seis se reportan como negativos, dos positivos, a dos casos no se les tomó muestra, uno no fue encontrado y un caso estaba aún en análisis al momento de recoger las muestras.

## **CAPITULO VI**

### **DISCUSIÓN**

A diferencia de otros países en Panamá le corresponde al Ministerio Público la dirección de las investigaciones criminales y cualquier prueba pericial incluyendo el estudio de los restos encontrados en las manos, tanto de un cadáver como de una persona viva, por lo cual estas pruebas deben enfocarse como un elemento accesorio para reforzar o negar la hipótesis de trabajo del Fiscal. Es por eso que cualquier estudio complementario debe cumplir primero con los requisitos de oportunidad y utilidad para las investigaciones judiciales. Esta observación es fundamental para evaluar la validez y seguridad de la Prueba de residuos de disparo ya que la misma actualmente está en desuso en la mayoría de los países.

A pesar del crecimiento económico y los avances tecnológicos que ha presentado nuestro país en los últimos años la inseguridad sigue siendo un efecto negativo para nuestra sociedad, esto se ve reflejado ya que nuestro estudio reveló como la cantidad de autopsias realizadas en la ciudad por muertes traumáticas por arma de fuego se ha mantenido estable dentro del rango del 35-40% lo cual nos revela una sociedad violenta e insegura. De igual forma se pudo apreciar que el porcentaje de suicidios con arma de fuego ha aumentado de un 0.38% a un 2.27% lo cual concuerda con lo reportado por la Organización Mundial de la Salud<sup>(4)</sup>

Al ocurrir una muerte por arma de fuego se arma un engranaje que nos permitirá esclarecer los hechos que se dieron alrededor de esa muerte para esto se aplica la prueba de residuos de disparo en las manos del autor y/o autores del hecho al igual que en la víctima, para ayudar a descartar si se trata de un homicidio o un suicidio por lo cual se observó en este estudio que ha habido un incremento significativo en la solicitud de análisis de Prueba de residuo de Disparo en manos en el Laboratorio de Química forense de 203 en el año 2010 a 877 en el año 2012 La utilización en Panamá de las pruebas colorimétricas para la detección de residuos de disparos y el deshuso de las mismas a nivel internacional no permite que se cuente con valores que permitan comparar los resultados obtenidos en este estudios

Este trabajo demostró que tal y como se señala en la literatura, con el paso de las horas y con el lavado de las manos, la probabilidad de obtener un resultado verdadero Positivo en la Prueba de residuos de disparo en manos disminuye En la mayoría de las pruebas solamente se detectó la presencia de Pólvora, no así de las otras partículas que componen los residuos de disparo (Plomo Bario Antimonio y Cobre) excepto en un caso que posterior al disparo también se le detectó Nitritos

La capacidad de esta Prueba de reportarse Positiva en personas que verdaderamente han disparado (Sensibilidad) disminuye si el individuo se lava las manos luego de haber manipulado y/o detonado el arma de fuego tal y como se ve reflejado en la sensibilidad de

un 90% posterior a la detonación y de un 40% posterior al lavado de las manos en cambio la capacidad de la prueba de reportarse negativa en personas que no han estado en contacto con arma de fuego (Especificidad) se mantiene invariable tal y como se refleja cuando en la especificidad posterior al disparo y posterior al lavado de manos de mantiene en un 100% lo cual nos está indicando que esta prueba es muy Especifica en estas condiciones Este grupo también reveló que la prueba tiene una alta capacidad para determinar a los que verdaderamente realizaron el disparo si la prueba le salió positiva, ya que tiene un alto Valor Predictivo Positivo en ambas condiciones (100% antes y post disparo) en cambio tiene una baja probabilidad que de reportarse Negativa la prueba sea porque verdaderamente no ha estado en contacto con un arma de fuego ya que tiene una Valor Predictivo Negativo muy fluctuante (90% antes del disparo y 62% post disparo)

En el segundo grupo de pruebas practicadas las cuales fueron tomadas en las mismas condiciones controladas y aleatorias y en las que se buscaba determinar la presencia de residuos de disparo con el paso de las horas se observó que previo a la realización del disparo hubieron dos muestras que reportaban la presencia de pólvora, posterior al disparo a tres sujetos no se le detectó ninguna partícula de las que componen los residuos de disparo Treinta minutos después de realizada la detonación, fueron cuatro los sujetos a los que no se les detectó residuos de disparo pero a uno de los que no se le había detectado inmediatamente posterior al disparo se le detectó a los 30 minutos a la hora posterior a realizada la detonación fueron a cinco sujetos a los cuales no se les detecto residuos de disparo pero a tres de los casos que a la hora se habían reportado Negativos para la presencia

de residuos de disparo dieron positivos a las cuatro horas posterior al disparo fueron a once los sujetos a los cuales no se le detectaron residuos de disparo pero en dos muestras se hizo Positiva la prueba a las cuatro horas cuando en muestras anteriores habían dado Negativas

Este grupo igual que el anterior se revela que la Prueba tiene poca capacidad para detectar a los que realmente han disparado ya que la Sensibilidad de la misma disminuye con el paso de las horas (Post disparo= 85%, 30= 80% 1h= 75% 4h=45%) y que la Especificidad (capacidad de detectar a los que no han disparado) es buena, ya que la misma se mantiene estable con el paso de las horas (90% en las cuatro condiciones arriba citadas) Este grupo también confirmó que la prueba tiene una alta capacidad para determinar a los que verdaderamente realizaron el disparo si la prueba le salió positiva, ya que tiene un Valor Predictivo Positivo que se mantiene en un rango bastante estable con el paso de las horas (Post disparo= 89% 30 = 88% 1h= 88% 4h=81%) mientras que tiene una baja probabilidad que de reportarse Negativa la prueba sea por que verdaderamente no ha estado en contacto con un arma de fuego ya que tiene una Valor Predictivo Negativo que disminuye con el paso de las horas (Post disparo= 85% 30 = 81% 1h= 78% 4h=62%)

El contacto con prendas aunque las mismas estén compuestas de diversos metales no produce resultados en la Prueba que puedan crear una duda, ya que todas las muestras dieron Negativas en cambio cuando los individuos han estado en contacto con monedas y se le practica la prueba para detección de residuos de disparo se encuentra en el 55% de los casos uno de los componentes que se determinan en esta prueba, como lo es el Cobre demostrándose igualmente que la prueba es poco Sensible pero muy específica.

**De los doce casos de suicidios registrados entre los años 2010 a 2012 en los cuales a seis se le fue reportado el estudio Negativo y a dos positivos, correlacionándolo con los resultados demostrados e la parte experimental el que se haya reportado la Prueba de residuos de disparo Negativa en las manos de los muertos esto no representa que no haya podido tratarse de un caso de suicidio lo que nos enfatiza, tal y como se demuestra en la literatura que esta prueba no es determinante es una prueba orientativa, ya que la misma es cualitativa, por lo cual ante una muerte a causa de arma de fuego es necesario correlacionar toda la información que se obtiene de la escena, de la necropsia y de las pruebas complementarias realizadas para determinar si se trata de un suicidio o de un homicidio**

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES**

**En los resultados obtenidos se evidencia que solamente se logró la detección de Pólvora en el análisis de las diversas partículas que componen los residuos de disparo. La causa de estos hallazgos puede estar relacionada a la cantidad de partículas que se logran detectar mediante las pruebas colorimétricas que es una mayor cantidad a las detectadas con equipos más sofisticados. Al haber tomado las muestras luego de realizado un solo disparo la cantidad de estas partículas depositadas sobre las manos de las personas serán menos. También puede deberse a falla en la técnica de recolección de las muestras.**

**En el grupo en el cual se realizaba el análisis de los residuos de disparo con el paso de las horas se detectó inicialmente dos personas que dieron Positivo a la pólvora luego del lavado de manos esto puede atribuirse a una contaminación del ambiente o a una contaminación del equipo al momento de realizar los análisis debido a que se contaba con poco equipo para realizar los análisis. En este mismo grupo se visualizó que en muestras que inicialmente no reportaba la presencia de residuos de disparo las mismas al ser analizadas en las otras condiciones daban un resultado positivo lo cual puede estar dado por una mala técnica al momento de la recolección de la muestra inicial o a una contaminación en el ambiente donde desarrollaba sus labores.**

**Respecto a la utilidad de esta prueba se puede indicar que un resultado positivo no quiere decir que en verdad esa persona haya disparado un arma de fuego ya que se estableció mediante la sensibilidad, especificidad y valores predictivos Positivo y Negativo que esta prueba tiende a dar muchos falsos Negativos**

**Queda establecido que usar un solo elemento de vinculación con el hecho punible investigado no es lo adecuado mucho menos tratar de usar en casos de determinación de Suicidio u Homicidio**



## **RECOMENDACIONES**

**Es necesario capacitar a todos los participantes en la investigación de hechos criminales en los cuales esté involucrada un arma de fuego para que conozcan que la Prueba para la detección de residuos de disparos que se realiza en Panamá es solo una Prueba orientativa y que la misma debe ser utilizada solamente como un elemento que en conjunto con el análisis de todos los hechos y la información disponible ayudara a esclarecer lo ocurrido y en los casos en la que la toma de muestra de la misma va a darnos un resultado que nos contribuya y oriente en la investigación, para lo cual se ve la necesidad de crear Normas o Guías de dominio a peritos y fiscales en los cuales se indica las condiciones en las que debe o no tomarse las muestras para el análisis de Residuos de Disparo con el fin de encaminar a utilizar de forma eficaz los recursos de la institución**

**Para que el estudio de Residuos de Disparo aporte a la docencia e investigación en el IMELCF es necesario mejorar la infraestructura y los equipos actualizados para poder cumplir y estar a nivel con los requerimientos probatorios actuales**

**Se hace necesario realizar otros estudios similares en los cuales se incluyan análisis de otras condiciones (de trabajo ambientales etc ) en la cual el resultado de residuo de disparo puede dar un Falso Positivo tal y como ocurrió en el caso de las monedas**

**Es necesario también crear una base de datos en todas las secciones del IMELCF en la que se pueda acceder a información de por lo menos 10 años atrás ya sea para fines**

**docentes o investigadores ya que esa fue una gran limitante para realizar una comparación mayor entre los casos de Suicidio y los resultados de las pruebas de residuos de Disparo**

**EN LA ACTUALIDAD EL IMELCF ESTA REALIZANDO ANALISIS DE RESIDUOS DE DISPARO MEDIANTE UN ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCCIÓN ATÓMICA DESDE FINALES DE 2013 Y SE ESTA EN PROCESO DE LA ADQUISIÓN DE UN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO CON DISPERSIÓN DE RAYOS X LO CUAL SE ESPERA SE CONCRETE PARA FINALES DE 2015**

## **CAPITULO VIII**

### **BIBLIOGRAFIA**

- 1 Daza, N Florez X et al (s f) Casos inusuales de Muerte Por Heridas por proyectil de arma de fuego Un Reto Para El Médico Forense Bogotá, Colombia. Revista de Criminalística Forense Disponible en [www.criminalisticaforense.com](http://www.criminalisticaforense.com)
- 2 Introna, F & Smualek, J (1989) Suicide from multiple gunshot wounds *American Journal of Forensic Medical Pathology* 10 (1) 275 284
- 3 Etxeberria, F (2003) Lesiones por Armas De Fuego Problemas Medico-Forenses San Sebastián España (4)
- 4 Aparicio V & Cladera, T (2009) Suicidio en Centroamerica y Republica Dominicana, 1998 2008 Cuadernos de Psiquiatria Comunitaria 9 (2) 177 – 186
- 5 Diaz, M (2006) Algunos Avances En La Ciencia Forense Spin Cero Cuadernos de Ciencia, 10 45-49
- 6 Informe Nacional de Estadísticas del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses Panama. 2010 2011 y 2012 Oficina de Estadística
- 7 Caballero A (2008) Residuos de disparo de arma de fuego La química forense en Nuevo León Archivos de Criminalística y Criminología Vol 1 1 11 Disponible en

- mediante Microscopia Electronica de barrido por difraccion de rayos X Revista Colombiana de Fisica, 34 (2)
- 9 Reis E Souza Sarkis R. et al (2003 Noviembre) A New Method for Collection and Identification of Gunshot Residues from the Hands of Shooters Journal Forensic Science 48 (6) 6 1-6
  - 10 Grijalva, E. (2006) La investigación criminal en relacion a la prueba de balística efectuada por La Policia Nacional Civil y su relación con el Departamento de control de armas y municiones (DECAM) Tesis de la Universidad de San Carlos Guatemala.
  - 11 Ferrari L & Giannuzzi L (2006) Estudio de restos de deflagracion de pólvoras por metodos quimicos e instrumentales Manual de Tecnicas Analiticas en el Laboratorio de Toxicologia y Quimica forense Editorial Praia, Buenos Aires Cap 9
  - 12 De León de Marroquin, D Protocolo absorción atómica
  - 13 (2004 Marzo) Aspectos básicos de la medicina legal Facultad de estudios superiores Zaragoza Universidad Autónoma de Mexico Modulo II 161 190
  - 14 Barnes F & Helson R (1974) An empirical study of gunpowder residue patterns Journal of Forensic Sciences 19 (3) 448 462
  - 15 Vargas Alvarado E (2000) Medicina Legal 2ª ed México Trillas 17 198 213
  - 16 Pachar J V (2001) Medicina Legal y Forense 1 ed Panamá Articsa, 6 89 109
  - 17 Bustamante L Paiva, L Saez, P et al Aplicación de la Microscopia electrónica de doble haz, presión variable y detección de energia dispersiva de rayos X (ESEM FIB) en la investigacion forense Revista de Criminalística y Estudios Forenses Año 2 (2) 2012 12 20

## ANEXOS

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### MUESTRAS TOMADAS A \_\_\_\_\_

Mue P u b	Do so de l m o de h	P l i d i m o de h	Do o de l m o q ierda	P l m de la m no izq ierd	Cont ol neg tivo
Pol o					
N t o					
Plomo					
Cob					

### MUESTRAS TOMADAS A \_\_\_\_\_

Mue P ueb	Do so d i m o de h	P l m de l m o d	Do o de l m no l qui d	P l m a d i m no l qui da	Cont ol n g t i o
Pol o					
N t o					
Plomo					
Cob					

### MUESTRAS TOMADAS A \_\_\_\_\_

Mue P u b	Do o d i m no d h	P l i d i m o d h	Do o d i m no q i e d	P l m a de l mano l qui d	Cont ol n g t i o
Pol o					
N t o					
Plomo					
Cob e					

### MUESTRAS TOMADAS A \_\_\_\_\_

Mue P u b	Do so de l m o de	P l m d i m o d h	Do o de la m no q i d	P l m de l mano l que d	Cont ol neg i o
Polvo					
N t to					
Plomo					
Cob e					

### MUESTRAS TOMADAS A \_\_\_\_\_

Mue P ueb	Do o d i mano de h	P l m d i m o d h	Dorso de l mano qui erda	Palma de l mano izquierda	Cont ol negat o
Pol o					
Nit to					
Plomo					
Cob					