



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARIA DE SALUD DEL DISTRITO FEDERAL  
DIRECCION DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA LEGAL**

**“CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS HERIDAS POR  
PROYECTILES DE ARMAS NEUMÁTICAS EN CADÁVERES DE CERDOS”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:  
DR. JUVENTINO IVAN MIGUEL GONZALEZ**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA LEGAL**

**DIRECTOR DE TESIS  
DR. FERNANDO GARCIA DOLORES**

**2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS HERIDAS POR  
PROYECTILES DE ARMAS NEUMÁTICAS EN CADÁVERES DE CERDOS**

Dr. Juventino Iván Miguel González

Vo. Bo.

Dr. Víctor Hugo Soto Flores

---

Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina Legal

Vo. Bo.

Dr. Antonio Fraga Mouret

---

Director de Educación e Investigación

**CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS HERIDAS POR  
PROYECTILES DE ARMAS NEUMÁTICAS EN CADÁVERES DE CERDOS**

Dr. Juventino Iván Miguel González

Vo. Bo.

Dr. Fernando García Dolores

---

Director de Tesis  
Médico adscrito al Servicio de Patología  
del Instituto de Ciencias Forenses del Distrito Federal

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Tan genuinos e inevitables:*

*Para mi familia, mis más fuertes pilares. A mi padre por transmitirme los valores y sabiduría de mis raíces, a mi madre por su cariño tan peculiar y a mi hermana por su admiración y apoyo.*

*Para Brenda, por que me has ayudado en todo momento y en forma admirable durante todo este proyecto, con tu inteligencia, valentía y fuerza.*

*A mis compañeros, amigos y maestros, gracias por su invaluable apoyo, por sus consejos, opiniones y críticas.*

*A Karen, Bianca, José, a la Sra. Julia, Yesenia y Alejandro, gracias por su paciencia y por creer en mi.*

*...¡No te amedrentes corazón mío! - Allá en el campo de batalla, ansió morir a filo de obsidiana, Oh, los que estáis en la lucha: yo ansió morir a filo de obsidiana. Solo quieren nuestros corazones la muerte gloriosa...*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>17</b>
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>4. DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>40</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>43</b>

## **RESUMEN**

### **Objetivo.-**

Describir las características macroscópicas de las heridas producidas por proyectiles disparados por armas neumáticas en cadáveres de cerdos.

### **Material y método.-**

Se documentaron 50 lesiones producidas por diábolos (DPM-5.5), disparados por un rifle neumático (Mendoza F-8) en el abdomen de 2 cadáveres frescos de cerdo a 70-80 centímetros de distancia.

### **Resultados.-**

Se encontraron diferencias con las lesiones producidas por proyectiles disparados por armas de fuego como: menor tamaño, sin anillo de enjugamiento ni orificio de salida y presencia de un anillo semiestrellado localizado por fuera del anillo de contusión. El 15% de los proyectiles penetró hasta la cavidad abdominal y lesionó órganos abdominales.

### **Conclusiones.-**

Existen particularidades que las distinguen de otro tipo de lesiones, mismas que pueden ser aplicadas para su identificación. Si estos resultados se transpolan a niños los efectos serían alarmantes.

**Palabras claves.-** Características macroscópicas, heridas por armas neumáticas.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Durante la última década en el ámbito de la traumatología forense los casos violentos tratados en los hospitales, las agencias del ministerio público, en los servicios médicos forenses y en los servicios periciales en México y a nivel mundial, se caracterizan por que los objetos vulnerantes que se usaron para la consumación de algún hecho delictivo resultan ser poco comunes, se han usado artefactos creados con alguna otra finalidad, por ejemplo: instrumentos deportivos o industriales como los utilizados para tiro deportivo o las pistolas de presión de clavos o remachadores <sup>(1, 2)</sup>. Las lesiones que se presentan con mayor frecuencia son las producidas por armas neumáticas, originalmente fueron creadas como juguetes o instrumentos deportivos, dado que no son considerados como agentes lesivos y mucho menos como armas, son de fácil acceso tanto a personas adultas como para niños, pues se pueden obtener con una gran facilidad <sup>(3)</sup>.

Antiguamente las primeras armas neumáticas aparecieron en el siglo XVIII con finalidades bélicas pues tenían ciertas ventajas sobre las armas de fuego, como la utilización de estas en la lluvia o la nieve, la facilidad de cargar las municiones así como el poco ruido que ocasionaban al dispararse; se hace referencia al uso de estas armas en las guerras napoleónicas entre Francia y Austria aunque también tuvo su apogeo en China y América <sup>(4)</sup>. Posteriormente apareció de nuevo en Inglaterra en la década de 1890 en actividades de tiro al blanco. Después de la segunda guerra mundial Alemania aumento la producción de este tipo de armas pues estaba prohibida la producción de armas de fuego, y desde 1984 se usan en



los juegos olímpicos. Paradójicamente las armas neumáticas en Inglaterra son consideradas potencialmente letales y más cuando, de acuerdo a su legislación existen armas neumáticas que necesitan un certificado de armas de fuego para su portación <sup>(5)</sup>.

Es claro que existan este tipo de cuidados en cuanto al uso de estos artefactos ya que hay un aumento en el numero de muertes que se han registrado en el mal uso o en accidentes, además las diferentes variedades de estas armas las han vuelto mas sofisticadas y eficaces por lo tanto es cada vez mas peligroso su uso indiscriminado y su fácil obtención <sup>(6-31)</sup>.

Dentro del ámbito de medicina legal existen dos grandes problemas:

La primera es que no hay en la bibliografía una descripción de las características de las lesiones que producen las armas de aire, solo son orientativas para su diagnóstico. En la mayoría de los casos se recolecta la información necesaria para concluir que fue un arma neumática y no un arma de fuego la que produjo tales lesiones, esta información se haya en las periciales proporcionadas por otras especialidades que actúan en estos casos y algunas veces por el propio lesionado, siendo esta la dificultad, el perito médico tiende a relucir su conocimiento sobre traumatología y por deducción concluye el agente vulnerante, pero sería de gran ayuda si se estableciera que existen características diferentes o no entre las heridas por armas neumáticas y las de armas de fuego, con la finalidad de esclarecer la verdad de los hechos.

El segundo problema es que en México no se le ha dado el debido valor a estas armas como objeto de participación en hechos delictivos, mucho menos se toma en cuenta la facilidad del manejo y obtención de estas, así como las consecuencias de su uso y no es por que en nuestro país no existan casos reportados, solo que no han sobrepasado la brecha de importancia necesaria para que se les tome en cuenta <sup>(3)</sup>. En la Ley Federal de Armas de fuego y Explosivos establece las armas utilizadas para cacería y tiro, menciona a las armas de fuego, pero no hace ninguna alusión a las armas neumáticas. No se consideraran armas prohibidas a los utensilios o herramientas utilizadas para cualquier deporte aunque si establece que su uso se limitará al sitio al que se practique dicha actividad deportiva. Dado que históricamente fue utilizada como un artefacto bélico y en estos momentos se puede decir que es una herramienta que puede ser usada como una herramienta delictiva por lo que sería importante que su uso fuera más controlado.

#### BALÍSTICA FORENSE Y ARMAS NEUMÁTICAS.

Un arma es un dispositivo que amplía la dirección y la magnitud de una fuerza, dicho de otra forma, es todo aquel elemento que potencie la fuerza humana natural y que cuyo fin es el de ofender o defenderse. Existen varios tipos de armas y de acuerdo con el concepto antes descrito se pueden clasificar en: armas blancas, armas de proyección, armas arrojadas, armas de fuego y armas de acción neumática o de gas carbónico. Las primeras tres son hasta cierto punto

simples, pues actúan en su mayoría por la fuerza o destreza de quien las maneje, como por ejemplo: las armas blancas actúan por penetración y corte (por ejemplo; florete, cuchillo o machete), de tal forma que depende de la fuerza mecánica de quien las empuñe, las armas de proyección tienen la propiedad de arrojar hacia determinado blanco elementos que causen daño, o sea que son artefactos que proporcionan una fuerza impulsora (arco y honda) y las armas arrojadas producen su efecto cuando se les arroja (lanza o jabalina)<sup>(32-34)</sup>.

Las armas de fuego se definen como las que utilizan la energía de los gases producidos por la deflagración de la pólvora para lanzar un elemento sólido, en su mayoría metálico, también denominado proyectil, con la ventaja que su blanco puede estar a gran distancia<sup>(34)</sup>.

Las armas de acción neumática o de gas carbónico; también llamadas, de aire comprimido, son aquellas que utilizan la energía producida por un violento desplazamiento de aire, provocado por un pistón alojado en su interior, cuando es liberado (acción neumática). Otra de las modalidades es que dicha energía puede encontrarse comprimida en un envase o garrafa que contiene dióxido de carbono.

Las armas que comúnmente se caracterizan por producir un gran daño en el cuerpo humano son las armas de fuego, ya que son instrumentos que pueden expulsar proyectiles a gran velocidad y por la relativa facilidad de accionarlos, además actúan dependiendo en su mayoría de las características del arma y no tanto de las capacidades de quien las accione, dicho de otra forma en ciertas

ocasiones puede tener el mismo efecto en un mismo blanco cuando es disparada por una persona experimentada que por una que jamás a accionado este tipo de dispositivos<sup>(34)</sup>. .

La balística es la rama de la física que estudia el comportamiento y los efectos producidos por los proyectiles, se divide en interior, exterior y de efectos o terminal, cada una estudia los fenómenos que ocurren dentro del arma, de la punta del cañón hasta su objetivo, y los fenómenos que produce sobre el objetivo. Se define a un proyectil a cualquier cuerpo proyectado a través del espacio, de esta manera se clasifican en: primarios y secundarios. Los primeros incluyen las municiones de las armas de fuego y de aire, entre las mas comunes están las municiones de pistolas, fusiles rifles y ametralladoras. Los secundarios se dividen en internos y externos, los internos son los que se forman después de que en proyectil primario fractura o fragmenta estructuras óseas convirtiéndolas en proyectiles secundarios. Los externos son todos los objetos que por efecto de los proyectiles primarios se convierten en secundarios, como rocas, u objetos que se encuentran en el medio ambiente que pueden ser transformadas en proyectiles. La balística de lesiones en la rama de la balística de efectos que proporciona herramientas y fundamentos físicos para comprender el comportamiento de un arma de fuego a su paso sobre el cuerpo humano. La severidad de las lesiones se determina por el potencial de penetración del proyectil, esta se traduce como la habilidad que tiene para vencer la resistencia del medio en el cual se desplaza. Este coeficiente esta en función de los factores que modifican la severidad de las

lesiones, estos son los factores del proyectil, los de los tejidos y los factores externos.

Los factores del proyectil dependen del calibre, dicho de otra forma, sus dimensiones, la masa, la constitución del proyectil o materiales con los que está hecho, el perfil de proyectil que determina el área que impacta, el centro de gravedad que determina la velocidad en la que rueda a través de su trayecto en los tejidos, la velocidad restante del proyectil, o sea, la velocidad que lleva en el momento del impacto, la dirección que lleva al momento del impacto y la distancia entre el disparo y el objetivo. Los factores de los tejidos están determinados por sus características como elasticidad, densidad, gravedad específica y cohesividad tisular interna, que determinan la cantidad de tejido que se comprime y el espesor de los tejidos que determina la distancia en que el proyectil comienza a deformarse y rueda en los tejidos. En los factores externos se encuentran el uso de medidas de protección. Todos estos factores son individuales y únicos para cada caso en particular. Otro factor importante es el potencial de lesión, definida como la medida de la eficiencia con que la energía cinética es transferida al blanco. La energía cinética es la fuerza que lleva el proyectil y que al contacto con el objetivo, se transmite en forma de energía mecánica y térmica provocando la modificación de las estructuras tisulares por las que pasa. La energía cinética se calcula de esta forma:  $EC = \frac{1}{2} (m \times v^2)$ . Es decir, el peso de la munición entre la fuerza de gravedad, multiplicado por el cuadrado de la velocidad. Dicho de otra forma, al duplicar el peso del proyectil se duplica la energía cinética, pero si se

duplica la velocidad se cuadruplica la energía cinética. Existen otros términos importantes como: el potencial vulnerante y el potencial de detención, el potencial vulnerante es el poder que tienen los proyectiles para poner fuera de combate a un individuo, o dicho de otro modo, es el poder que tienen los proyectiles de producir efectos letales en el ser humano y esta en razón del potencial de penetración. El potencial de detención es la capacidad que tienen los proyectiles para producir una conmoción en el individuo tocado, al momento del impacto y lo obliga a suspender lo que estaba haciendo. Todos los potenciales y coeficientes mencionados anteriormente son las cualidades del proyectil que afectan a los tejidos del cuerpo humano y están en función del alcance de dichas armas. Es decir, las características de los proyectiles y los tejidos determinan la naturaleza de las lesiones. Existen dos mecanismos de lesión principales o primarios: directos e indirectos. Los mecanismos de lesión directos son productos del desplazamiento del proyectil durante su trayecto sobre el cuerpo humano provocando daño directo a los tejidos, creando una cavidad permanente, como son; contusión, disrupción y quemadura. Dentro de los mecanismos de lesión directos existen factores que modifican el patrón de las heridas, principalmente por la inestabilidad del proyectil sobre su desplazamiento generados por los movimientos y fuerzas inherentes a este durante el desplazamiento y al impacto con los tejidos, dentro de los primeros se encuentra la precesión y el spin, la precesión es el movimiento en el que la punta del proyectil traza una circunferencia en el aire, perpendicular a su trayectoria y sobre su centro de

gravedad, el spin, es el giro sobre el eje vertical del proyectil sobre su trayecto en el aire. Al impacto de los tejidos se encuentra la deformación, el rodamiento y la fragmentación, el primero constituye la alteración de la forma de los proyectiles dependiendo de su estructura y los materiales que la constituyen, el rodamiento sucede cuando al impactarse contra el tejido el centro de gravedad original se desplaza hacia la punta del proyectil haciendo que ruede dentro de los tejidos, de esta forma aumenta la superficie de contacto provocando una cavidad permanente mayor al diámetro del eje menor del proyectil. Por último la fragmentación sucede cuando los proyectiles se impactan con tejido óseo y de esta forma también se forman proyectiles secundarios, incrementando la superficie de contacto y cantidad de tejido aplastado. Los mecanismos de lesión indirectos son: la cavitación y onda de choque. La cavitación es la elongación radial de los tejidos sobre las paredes del trayecto del proyectil, sucede por que durante el vuelo, el proyectil se estabiliza girando sobre su propio eje por la fuerza de rotación dada por las estrías del cañón, de esta forma entre mayor velocidad y mayor sea la longitud del cañón mayor será la velocidad de giro durante el vuelo y por lo tanto mayor será la cantidad de energía cinética. Al impactarse sobre un tejido, el cambio de densidad hace que el proyectil transfiera su energía cinética, ocasionando una onda expansiva que elonga los tejidos más allá de los diámetros del calibre del proyectil provocando trauma contuso a los tejidos adyacentes formando la cavidad secundaria o temporal. Esta cavidad dura algunos milisegundos, después de que el proyectil atraviesa los tejidos y alcanza

diámetros de hasta 20 veces el calibre del proyectil. Debido a que las fuerzas que siguen el trayecto del proyectil son de menos resistencia, la cavidad temporal tiende a ser asimétrica y abarca varios planos anatómicos y al producirse presión negativa dentro de la herida puede succionar cuerpos extraños como tierra y ropa. Algunas veces se confunden las lesiones producidas por la cavitación temporal por las que producen los proyectiles secundarios<sup>(13)</sup>.

Clasificación clínica de las heridas producidas por proyectiles: Proyectiles de baja velocidad: la velocidad es menor de 330m/s, no forman cavidad temporal mas allá del diámetro de su propio calibre y son producidas por: armas punzocortantes o contundentes (aceleradas por la fuerza mecánica de una maquina o un individuo), proyectiles de armas neumáticas, de armas de fuego de mano como pistolas automáticas, semiautomáticas y revólveres, así como proyectiles secundarios. Las características de estas heridas que producen, generalmente siguen el trayecto y la forma del objeto agresor, lesionando solo los tejidos que involucran la cavidad permanente. Los proyectiles de mediana velocidad tienen velocidades de 330 a 600 m/s, son producidas en su mayoría por armas de fuego cortas como pistolas semiautomáticas, automáticas y pistolas ametralladoras. Debido a su poco peso y alta efectividad a distancias cortas entre 10 y 25 m, las lesiones que producen siguen el trayecto de la cavidad permanente, con formación de mínima cavidad temporal equivalente a 1 a 2 veces su diámetro. Los proyectiles de alta velocidad llegan arriba de 600 m/s, e involucran todos los fusiles automáticos y semiautomáticos de guerra y todas las armas para cacería mayos también se



pueden incluir las armas de fuego de proyectiles múltiples como las escopetas cuando son disparadas a corta distancia<sup>(34-37)</sup>.

Heridas por proyectil de arma de fuego: son definidas como heridas por contusión a las cuales se les agrega el efecto perforante de distinta gravedad de acuerdo con la región anatómica en que hace impacto y un efecto explosivo según la energía cinética que tiene un proyectil. Características de las lesiones por proyectil de arma de fuego: consta del orificio de entrada, el trayecto y en ocasiones el orificio de salida. Las características del orificio de entrada están condicionadas por la forma y tamaño del proyectil, la distancia a la que fue disparado y el ángulo de incidencia o penetración, conformado por la trayectoria recta en el aire y la convergente en el vértice, proporcionado por el plano de la piel, además, cuenta con características generales, propias de la acción mecánica del proyectil al perforar la piel. En primer lugar esta el orificio propiamente dicho que como ya se menciono, su forma depende del ángulo de penetración, de esta manera el orificio puede tener forma ovalada si el ángulo de incidencia es agudo y si el ángulo de incidencia es recto (perpendicular al plano de la piel), el orificio será circular, en caso de que la inclinación sea menor de 15°, el proyectil no penetra al cuerpo, solo origina una banda de contusión superficial. El anillo de enjugamiento circunda el orificio y tiene la forma de un reborde negrozco, este se debe al polvo y lubricante que el proyectil arrastra a su paso por la superficie interna (anima) del cañón y de los cuales se enjuga en la piel. Este anillo puede estar ausente cuando el proyectil ha atravesado ropas en las que se limpio antes de perforar la piel. El anillo de

contusión; es la zona equimótica periférica al orificio de entrada producida por el golpe del proyectil contra la piel. La escara corresponde a una zona de piel desprovista de epidermis situada por fuera del área de enjugamiento dependiendo del ángulo de incidencia del proyectil, esta es concéntrica (que rodea al orificio) o excéntrica (localizada en posición interna, externa, superior o inferior, en relación al orificio), lo que orienta en cuanto a la dirección en la cual fue hecho el disparo. Signos especiales o secundarios, son: el ahumamiento, la quemadura y la incrustación de granos de pólvora. Las características de dichos signos dependen de la distancia media entre el arma y la víctima, de esta forma, se pueden clasificar en; disparos por contacto, a corta distancia, a distancia intermedia y a larga distancia. Los disparos por contacto se producen cuando el cañón está en contacto con la piel, lo que provoca que los productos de disparo y los signos que estos dejan se localicen en el borde del orificio y en el trayecto de la herida. Las lesiones de este tipo de disparos se pueden mencionar ciertas variantes como son, el contacto laxo (sin apoyo firme), el angulado (el cañón apoyado en ángulo agudo), o el incompleto (variante del contacto angulado en la que la boca del cañón es apoyada en superficies no planas. La diferencia entre los disparos de contacto con los de corta distancia se basa en que el área de chamuscamiento es más ancha y los restos de tizne no se pueden retirar con facilidad que con los segundos, en el caso de los disparos angulados de contacto y de corta distancia angulados, la diferencia radica en que en los primeros dicha área se observa en el lado opuesto al que se apoya el cañón y en los angulados de corta distancia esta

zona se encuentra en el lado donde se encuentra mas cercana la boca del cañón.

Disparos a corta distancia: se producen cuando la boca del cañón esta a una distancia tal que impide la dispersión de los granos de pólvora y el humo que sale con el proyectil impregnándose alrededor del orificio de entrada, se pueden identificar el ahumamiento (deposito de humo negro por la deflagración de la pólvora), la quemadura (por la salida de gases calientes) y la incrustación de granos de pólvora (distancia menor de un centímetro), se han descrito que las distancias para el ahumamiento son de 10 a 15 cm con armas de mano como revólveres y pistolas; y de 20 a 30 cm en el caso de armas largas, en cambio para la quemadura de 5 a 10cm en armas cortas y de menos de 20 cm en armas largas. Disparos a distancia intermedia: esta se produce cuando la boca del cañón se encuentra alejada al momento del disparo, pero lo suficientemente cerca para permitir la incrustación de granos de pólvora en la piel, sin identificarse ahumamiento ni quemadura, se considera que la distancia para las armas cortas es entre 15 y 30 cm y para las armas largas de 30 a 70 cm. Disparos de larga distancia: en caso de las armas cortas se encuentra entre 15 y 30 cms. y más de 60-70 cms. para las armas largas, en este caso solo se pueden reconocer las características primarias de las heridas por proyectiles. El trayecto es el recorrido del proyectil en el cuerpo de la victima. Comúnmente sigue una línea recta que une el orificio de entrada con el de salida y en el caso de no existir este último con el lugar donde se aloja el proyectil en los tejidos, a excepción de que ocurran dos fenómenos llamados: desviaciones y migraciones, la primera se refiere a las

alteraciones de la trayectoria del proyectil dentro del cuerpo, al chocar con estructuras de mayor densidad como el tejido óseo. Las migraciones se refieren al traslado pasivo del proyectil impulsado por medio de la corriente sanguínea en caso de haber penetrado en un vaso de calibre alto. Por último el orificio de salida se produce al lesionar los planos anatómicos necesarios para que el proyectil abandone el cuerpo, se le compara con el orificio de entrada en cuanto a la diferencia de las características de la lesión, este orificio tiende a tener un mayor tamaño, forma irregular, de bordes evertidos, con ausencia de anillos de enjugamiento y de contusión así como de tatuaje o ahumamiento <sup>(38-43)</sup>.

Las armas neumáticas siguen los mismos principios de la transmisión de energía cinética a los proyectiles que utilizan las armas de fuego, pero en lugar de utilizar la energía de los gases de la deflagración de pólvora, utilizan energía de los gases comprimidos que al ser liberados expulsan el proyectil, ya explicado esto, se puede mencionar que los mecanismos de lesión que utilizan los proyectiles de las armas de fuego con las de las armas neumáticas son similares ya que ambas se basan en la expulsión de proyectiles hacia un blanco, ciertamente difieren en la cantidad de transmisión de energía cinética que se traduce como la velocidad con la que los proyectiles son expulsados, pero siguen los mismos principios físicos de la balística de efectos <sup>(43,44)</sup>.

Existen casos reportados de lesiones por armas neumáticas en las que se encuentran heridas parecidas a las producidas por proyectiles de arma de fuego de larga distancia, resulta razonable, encontrar estas similitudes particularmente

en este tipo de heridas ya que solo se caracterizan por presentar los anillos de enjugamiento y de contusión características producidas por el efecto contusivo del proyectil más que por el mecanismo de proyección de la bala.

En la practica medico legal cada vez son mas frecuentes las heridas por proyectil de aire comprimido. En la literatura médico legal se hace alusión a las características de las heridas producidas por proyectiles de armas de fuego, pero no se mencionan las características de las heridas producidas por proyectiles de armas neumáticas u otros agentes parecidos y si existieran similitudes, no se mencionan en que casos. Ya que la estadística de presentación de lesiones en humanos esta subestimada y no existiendo otro modelo mas adecuado se realizará dicha observación en cadáveres de cerdos. De esta manera se fórmula la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características macroscópicas de las heridas producidas por los proyectiles de armas neumáticas en cadáveres de cerdos?

En las heridas producidas por proyectil de arma neumática actúan los mecanismos propios del proyectil como herramienta de contusión, de tal forma que serian similares a las lesiones dejadas por algún agente vulnerante con características parecidas, como las lesiones producidas por armas de fuego de larga distancia o las producidas por un agente punzante como una varilla. El modelo de experimentación son cadáveres frescos de cerdos, no es permitido en cadáveres humanos por ser sancionado por el código penal como mutilación de cadáver o restos humanos, los cerdos cuentan con características tisulares parecidas al ser

humano para realizar este trabajo. Existe una importante necesidad de establecer las diferencias o similitudes que se presentan en las heridas producidas por armas de fuego u otras, que las producidas por proyectiles de armas neumáticas, si no se conocen las características de cada una de estas lesiones pueden tener un grandes consecuencias, la labor del especialista en medicina legal, entre otras, es la de determinar el probable agente productor de las lesiones, dicho de otro modo, si el perito no establece de manera adecuada cual fue dicho agente, puede alterar de manera indirecta la determinación dictada por el juez y esto sería trascendente a nivel penal, no tendría la misma pena por un juez al concluir que un hecho delictivo fue concebido mediante el uso de una arma de fuego, que por un artefacto considerado como herramienta deportiva o un juguete.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio biomédico, observacional, transversal y descriptivo.

El universo de estudio estuvo formado por dos cadáveres de cerdos machos de la raza yorkshire, con un peso de entre 25 a 30 kg.

Las variables se definieron por las características descritas en las heridas por proyectil de arma de fuego, además se consideró otro rubro respecto a las características especiales obtenidas en el experimento, cuya naturaleza se especifica en la recolección de datos.

VARIABLE (Índice/indicador)	CALIFICACIÓN
Forma del orificio de entrada	Redonda Ovalada Irregular Otras.
Bordes del orificio de entrada	Invertido Evertido Otras.
Tamaño del orificio de entrada	En Centímetros
Características del orificio	Abierta
Localización anatómica del orificio de entrada	Abierta
Anillo de enjugamiento	Presente Ausente
Forma del anillo de enjugamiento	Abierta No aplica
Dimensiones del anillo de enjugamiento	En Centímetros no aplica
Características del	Abierta

anillo de enjugamiento	No aplica
Anillo de contusión	Presente Ausente
Forma del anillo de contusión	Abierta No aplica
Dimensiones del anillo de contusión	En centímetros No aplica
Características del anillo de contusión	Abierta No aplica
Escara	Presente Ausente
Forma de la escara	Concéntrica Excéntrica No aplica
Dimensiones de la escara	En centímetros No aplica
Características de la escara	Abierta
Trayecto	Presente Ausente
Planos que lesiona	Piel Tejido celular subcutáneo

	Musculo Peritoneo Órganos Hueso Otros tejidos
Características de los planos que lesiona	Abierta
Forma del trayecto	Recto Irregular Otro
Dimensiones del trayecto	En centímetros
Dirección del trayecto	Abierta
Características del	Abierta

trayecto	
Orificio de salida	Presente Ausente
Forma del orificio de salida	Redonda Ovalada Irregular No aplica
Bordes del orificio de salida	Invertidos Evertidos Otras No aplica
Dimensiones del orificio de salida	En Centímetros No aplica
Descripción de características extraordinarias	Abierta

Los procedimientos, observaciones y recolección de datos fueron realizados por el investigador en base a los criterios preestablecidos en el protocolo de estudio. Constó de tres fases, en la primera se verificó el uso de métodos y herramientas de seguridad para los sujetos participantes, se seleccionó el modelo de estudio (cerdo) y se certificó el adecuado funcionamiento del arma neumática. En la segunda fase, se llevó a cabo el experimento, los sujetos de estudio se trasladaron a una sala de necropsias se fijaron con cintas de lona a una viga de madera vertical de tal forma que el eje mayor del cuerpo tome una posición vertical, con la cabeza arriba y los miembros pélvicos abajo, las cintas rodearan la región del tórax y la región pélvica con la finalidad de evitar un estiramiento excesivo de los tejidos abdominales. A continuación el investigador realizó los disparos con el rifle F-8 que de acuerdo a las especificaciones con una velocidad de disparo de 214m/s y una energía de impacto de 20.7 joules, en cada una de las regiones



señaladas a una distancia de 70 a 80 centímetros, al termino de esta maniobra el modelo de estudio se colocó en decúbito dorsal, se numeraron las lesiones, se limpiaron y se fijaron fotográficamente, se observó a simple vista y con una lupa de 40x, se anotaron las características de cada lesión en la cédula de registro. Se procedió al examen interno el cual se llevo a cabo por necropsia de la cavidad torácica y abdominal, se trazó una incisión del manubrio esternal a la sínfisis del pubis, sobre la línea marcada anteriormente, se hizo una disección en planos describiendo las características de los tejidos, se buscaron intencionadamente los trayectos con un estilete para describir sus características y su correspondiente orificio de salida, si fue el caso o no, se ubicó anatómicamente las regiones donde se alojaron los proyectiles. Cada una de las maniobras y características encontradas durante la observación se anotaron en la cedula de registro. En una tercera fase se elaboró una base de datos en Excel en la que se analizaron los datos obtenidos y se seleccionaron las características en común de todas las muestras, de esta forma se señalaron las características mas importantes de las lesiones y se marcaron las mas comunes.

Este experimento no aplicó ninguna medida de bioseguridad para el sujeto de estudio ya que se trataron de cadáveres frescos de cerdos.

Las medidas de seguridad del investigador y personal participante fueron las siguientes: Se contó con los equipos adecuados para garantizar la seguridad de los individuos que participaron en el estudio así como la infraestructura necesaria para que se llevara a cabo. Los procedimientos previnieron el cuidado y la

seguridad de los participantes ya que fue planeado de acuerdo a parámetros utilizados en otros estudios. La capacitación de los participantes fue suficiente para atender los aspectos de seguridad ya que el investigador conoce los posibles riesgos de dicho procedimiento así como su manejo. Los medios de bioseguridad personal para los investigadores que dispararon al modelo de estudio incluyeron: googles, tapones de oídos y guantes. Infraestructura para la bioseguridad del investigador durante los disparos: barrera de contención de madera con hule espuma para repeler los rebotes de los proyectiles. Los medios de bioseguridad personales para el investigador y personal asociado durante la necropsia incluyeron, gorro quirúrgico, googles, cubre bocas, bata quirúrgica, guantes quirúrgicos, material e instrumental quirúrgico aséptico. Infraestructura para la bioseguridad del investigador en la necropsia: sala acondicionada para práctica de necropsia, con adecuada ventilación, iluminación, abastecimiento de agua y drenaje.

### 3. RESULTADOS

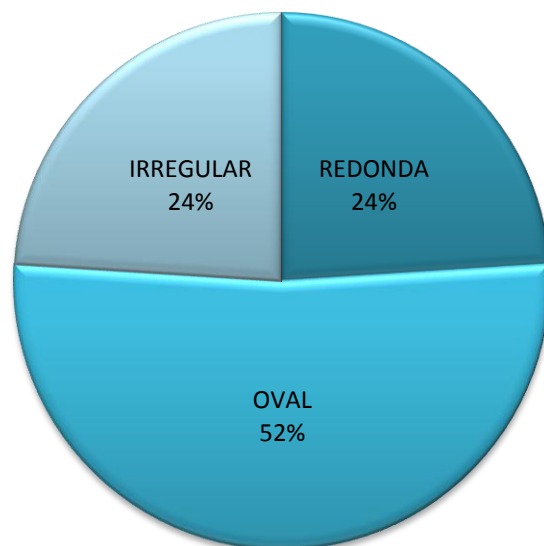
#### a. Orificio de entrada.

De la muestra de 50 lesiones en total, el 100% de los casos presentaron orificios de entrada. De todos los orificios en su mayoría son ovales y posteriormente redondos e irregulares, (imagen 1 y figura 1).

**Imagen 1.**



**Figura 1. Forma del Orificio de entrada.**

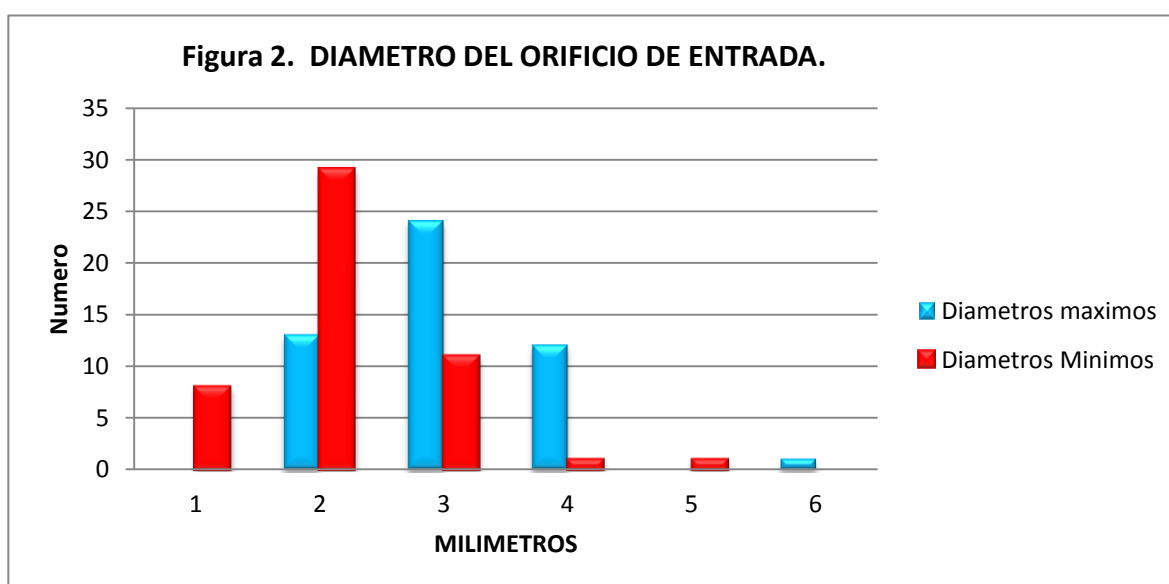


Los bordes, el 100 % son invertidos. El tamaño del orificio de entrada depende de dos diámetros, uno mayor y otro menor los cuales se presentan a continuación (tabla I y figura 2):

**Tabla I.**

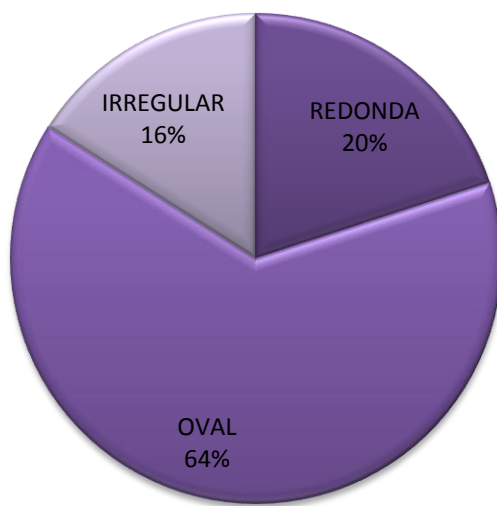
<b>Diámetro del orificio de entrada.</b>		
<b>Medida</b>	<b>Valor Máximo (mm)</b>	<b>Valor Mínimo (mm)</b>
<b>Media</b>	3.04	2.16
<b>Desviación Estándar</b>	0.83	0.79
<b>Valor mínimo</b>	2	1
<b>Valor máximo</b>	6	5

Fuente: Formato de recolección de datos, lesiones por proyectil de arma neumática en cadáveres de cerdo, 2013.



El 100 % de los orificios de entrada son en la cara anterior del abdomen. En el 100 % de los casos el anillo de enjugamiento estuvo ausente. El 100 % de los casos presentó anillo de contusión. La forma del anillo de contusión en su mayoría fue oval, seguido del redondo y por ultimo irregular.

**Figura 3. FORMA DEL ANILLO DE CONTUSION DEL ORIFICIO DE ENTRADA.**



**Imagen 2.**

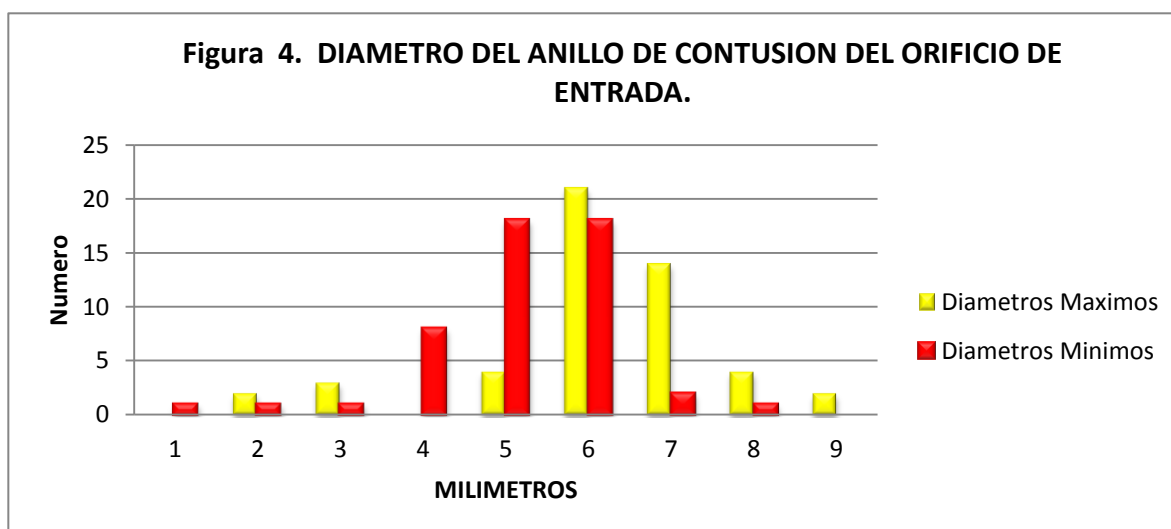


El diámetros del anillo de contusión al igual que el orificio de entrada cuenta con dos diámetros, uno menor y uno mayor (Tabla II y figura 4).

**Tabla II.**

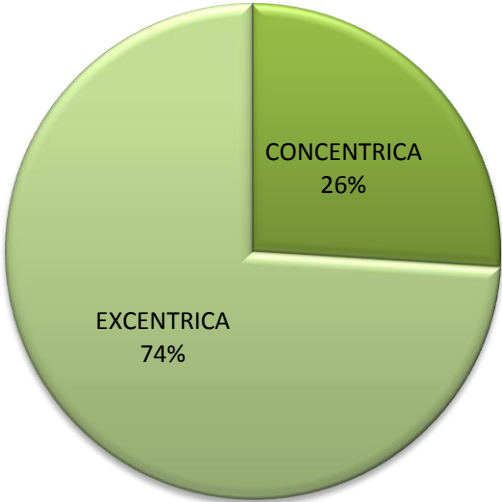
<b>Diámetro del orificio de entrada (milímetros).</b>		
<b>Medida</b>	<b>Valor Máximo (mm)</b>	<b>Valor Mínimo (mm)</b>
<b>Media</b>	6.12	5.16
<b>Desviación Estándar</b>	1.5	1.2
<b>Valor mínimo</b>	2	1
<b>Valor máximo</b>	9	8

**Fuente:** Formato de recolección de datos, lesiones por proyectil de arma neumática en cadáveres de cerdo, 2013.

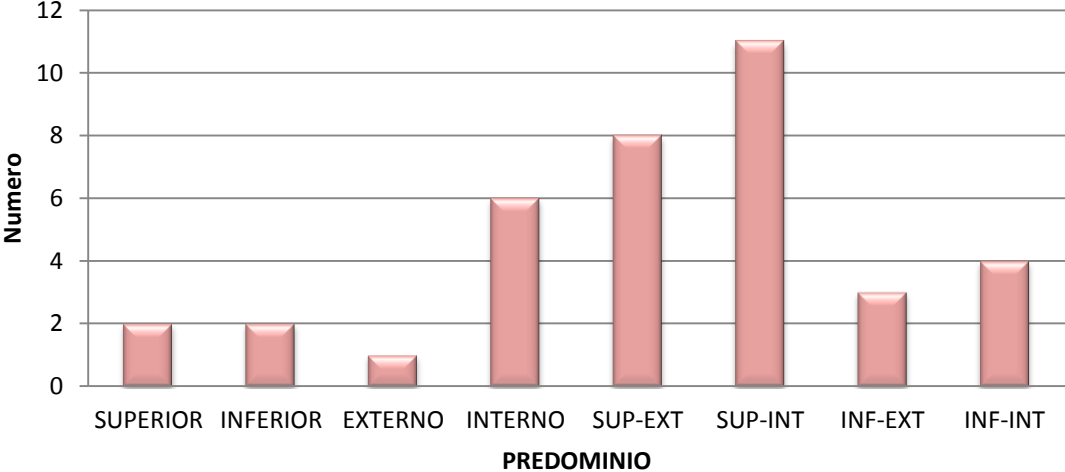


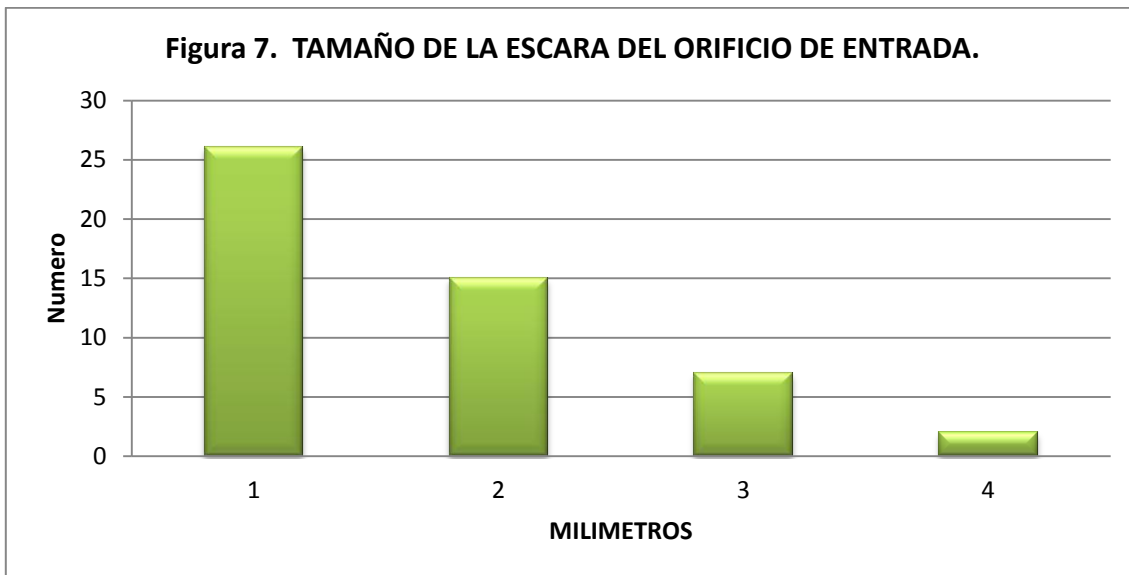
El 100 % de los casos presentó escara en el orificio de entrada. La forma de la escara en su mayoría fue excéntrica (figura 5) y el predominio varió según el ángulo de incidencia tomando en cuenta que este se tomo en cuenta solo en los orificios de entrada que tienen escara excéntrica (figura 6). Tamaño de la escara (Figura 7 y Tabla III)

**Figura 5. FORMA DE LA ESCARA DEL ORIFICIO DE ENTRADA.**



**Figura 6. PREDOMINIO DE LA ESCARA DEL ORIFICIO DE ENTRADA.**





**Tabla III.**

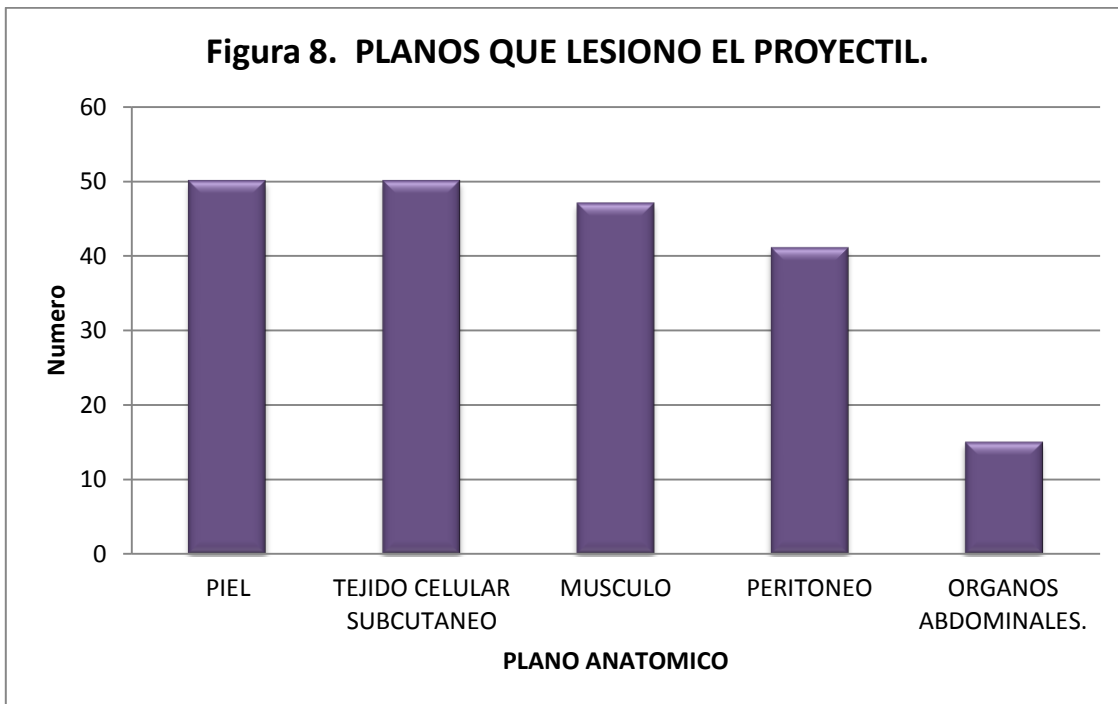
<b>Diámetro de la escara.</b>	
<b>Medida</b>	<b>Valor (mm)</b>
<b>Media</b>	1.7
<b>Desviación Estándar</b>	0.86
<b>Valor mínimo</b>	1
<b>Valor máximo</b>	4

**Fuente: Formato de recolección de datos, lesiones por proyectil de arma neumática en cadáveres de cerdo, 2013.**

**b. Trayecto.**

En el 100 % de los casos se presentó trayecto. Los planos anatómicos más afectados fueron los superficiales como piel, tejido celular subcutáneo y músculo (Figura 8).

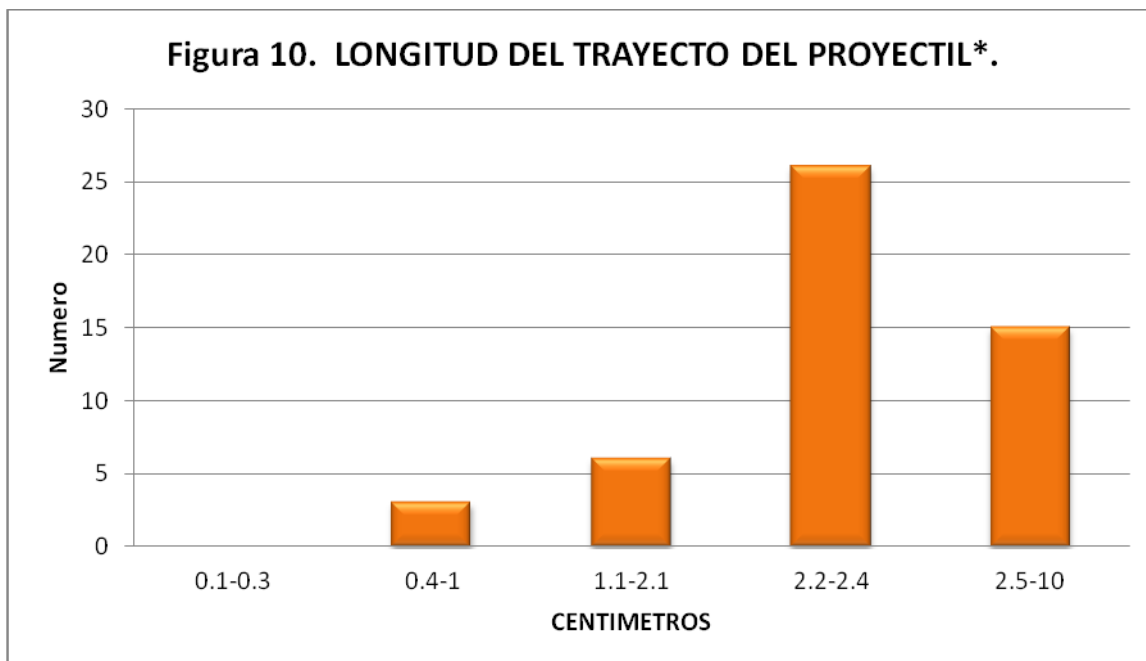




Los órganos abdominales lesionados con mayor frecuencia fueron hígado, intestino delgado y colon (Figura 9).



En el 100% de los casos la forma del trayecto fue recta. La longitud oscilo en su mayoría de 2 a 10 centímetros (Figura 10).



\*Los intervalos tomados en esta tabla corresponden a la suma del grosor de la piel, tejido celular subcutáneo, musculo y peritoneo respectivamente, el último valor resultó de la distancia máxima a la que llegó el proyectil.

La dirección del trayecto del proyectil depende del vector del disparo así se tienen tres planos: coronal, transversal y sagital, dichas direcciones pueden cruzarlo o pasar sobre estos (Tabla IV).

**Tabla IV.**

<b>Dirección del trayecto del proyectil.</b>			
<b>Planos</b>	<b>Dirección</b>	<b>No.</b>	<b>%</b>
<b>Coronal</b>	De anterior a posterior.	50	100
	De posterior a anterior.	0	0
	Total.	50	100
<b>Transversal</b>	De arriba abajo.	9	18
	De abajo arriba.	21	42
	Sobre el mismo plano.	20	40
	Total.	50	100
<b>Sagital</b>	De derecha a izquierda.	22	44
	De izquierda a derecha.	11	22
	Sobre el mismo plano.	17	34
	Total.	50	100

**Fuente: Formato de recolección de datos, lesiones por proyectil de arma neumática en cadáveres de cerdo, 2013.**

**c. Orificio de salida.**

En el 100 % de los casos el orificio de salida estuvo ausente.

**d. Otras características.**

Se presentó un anillo negro estrellado por fuera del anillo de contusión en 6 casos (12%).

#### 4. DISCUSIÓN.

Todos los disparos fueron capaces de producir un orificio de entrada y al menos pudieron penetrar hasta tejido celular subcutáneo, de acuerdo a la literatura, la velocidad mínima para perforar la piel es de 36m/s en un calibre de baja velocidad de un arma de fuego, si bien es cierto, los dos factores que determinan si un proyectil penetra en el cuerpo son el peso y la velocidad, cuanto mas pesado, menor será la velocidad necesaria para perforar la piel. Un diábolo calibre 22 con un peso de 1.07gr necesita una velocidad de 75m/s para perforar la piel, tomando en cuenta estos datos se puede decir que: un diábolo de plomo hueco calibre 5.5mm de un peso aproximado de 0.86gr como en el caso de merito, el valor aproximado para perforar la piel es de 60.2m/s, claro que es una simple aproximación resultado de una operación matemática que solo toma en cuenta el peso y la masa, sin embargo existen otros factores que ya se mencionaron que intervienen en el disparo del proyectil.

La forma del orificio de entrada depende del ángulo de penetración del eje mayor del proyectil respecto a la piel. La mayor parte de los orificios fueron ovales, esto se traduce como: el ángulo de penetración de los proyectiles respecto al plano de la piel fue de forma oblicua menor de 90° y mayor de 15°. Además, en el caso de los orificios que tuvieron una forma redonda o circular los proyectiles incidieron en forma perpendicular respecto al plano de la piel. Y los de forma irregular son provocados por que al momento de que el proyectil se impacta en el plano

cutáneo, sufrió movimientos de precesión o spin, dichos movimientos ya fueron descritos anteriormente.

En todos los casos se observaron los orificios de entrada los bordes invertidos o hacia adentro, esto es debido al desplazamiento de las estructuras tisulares superficiales hacia a los planos mas internos cuando el proyectil perfora dichos planos anatómicos y se va internando formando el trayecto.

Los diámetros que presentaron los orificios de entrada de forma oval e irregular se componen; de un diámetro mayor y uno menor, en el caso de que se trate de un orificio circular o redondo el diámetro es solo uno. La mayoría de los diámetros máximos se encontró entre  $3.04 \pm 0.83$ mm y el rango de dichos diámetros fue de 2 a 6mm. Por otro lado los diámetros mínimos se encontraron entre  $2.16 \pm 0.79$ mm y su rango de medidas fue de 1 a 5mm. De esta forma podemos decir que los proyectiles de 5.5mm disparados por un arma neumática pueden producir lesiones que se encuentran en su mayoría de  $3 \pm 0.83$ mm y  $2 \pm 0.79$ mm. Los orificios de entrada de los proyectiles disparados por armas de fuego a larga distancia calibre 22mm son de 5mm en caso de penetrar en una zona cutánea plana y en el caso de incidir sobre una zona anatómica con pliegues es de 3mm. De tal forma que la métrica de los orificios de entrada entre los dos tipos de armas es diferente y gracias a esto se aportan más elementos para diferenciar de manera macroscópica este tipo de lesiones.

En todos los casos el anillo de enjugamiento estuvo ausente, esto se debió a que, como ya se menciona anteriormente, este se encuentra por fuera del orificio de

entrada y se forma por que al pasar un proyectil disparado por un arma de fuego sobre la piel lleva en su superficie polvo, lubricante y restos de materiales formados en la cadena de fuego, que son arrastrados desde el anima del cañón y de los cuales se enjuga la piel, en ninguno de los casos se observó un anillo de tales características, en el caso de los proyectiles de aire puede que arrastre material del mismo tipo al pasar por el anima del cañón, sin embargo en menor medida, en el mecanismo de proyección no se utiliza ninguna explosión, la expulsión del proyectil es debido a la liberación brusca de gas comprimido o por la acción de un pistón pero en pocos casos se encontró un anillo similar al de enjugamiento, pero estaba por fuera del anillo de contusión. Este se describe mas adelante.

En todos los casos se encontró anillo de contusión, resultado del golpe del proyectil contra la piel que deja una zona equimótica y como en el orificio de entrada, la mayoría fue de forma oval seguida de la redonda y la irregular. Su forma se produce por el ángulo de incidencia en el que el proyectil golpea la piel como en el orificio de entrada, cabe aclarar que no siempre el orificio de entrada debe tener la forma del anillo de contusión, primero contunde la piel y posteriormente vence la resistencia para perforar el tejido, entonces la relación espacial del proyectil respecto al la piel no es igual cuando contunde que cuando perfora, pues es un objeto en movimiento.

Las medidas del anillo de contusión dependen en su mayoría de la transmisión de energía cinética a los tejidos cuando los contunde y la irrigación de estos, el

diámetro máximo se encontró entre 6.12 +/- 1.5mm, con valores que van de 2 a 9mm. El diámetro mínimo se encontró entre 5.16 +/- 1.2mm y su rango fue de 1 a 8mm. Debido a que depende de factores propios del sujeto y de la zona anatómica que se lesiona, no es un dato relevante.

En todos los casos se presentó escara, en su mayoría fue excéntrica y sus medidas se encontraron entre 1.7 +/- 0.86, con un rango entre 1 y 4mm, es importante decir que estos datos dependen de la incidencia del proyectil sobre la piel pues la escara corresponde a la zona de piel desprovista de epidermis causado por el paso del proyectil, aunque es un dato orientador para determinar la dirección de donde fue hecho el disparo, en este estudio no aportó datos trascendentes.

El trayecto de todos los proyectiles fue recto, un dato esperado pues al ser una zona anatómica desprovista de tejidos óseos, este podía penetrar a los diferentes planos anatómicos de acuerdo al vector que adquirió desde la salida de la boca del cañón hasta que pudo ser frenado por los tejidos afectados.

Los planos anatómicos lesionados fueron la piel y el tejido celular subcutáneo en el 100%, posteriormente el músculo 94% el peritoneo en el 82% y órganos abdominales en un 30%, entonces podemos decir que un arma de estas características puede alcanzar la velocidad necesaria para penetrar hasta músculo o peritoneo y en una tercera parte lesionar órganos abdominales. De los órganos lesionados el hígado, intestino delgado y colon fueron los más afectados, debido a

que ocupan la mayor parte de la cavidad abdominal y están dispuestas de tal forma que se exponen en cara anterior de la pared abdominal.

La longitud del trayecto se anotó en intervalos, estos se tomaron de acuerdo al plano anatómico donde se encontró el proyectil y va relacionado con los tejidos que lesionó, la mayoría de las trayectorias trazadas por los proyectiles tenían una longitud de 2.2 a 2.4 centímetros y el valor máximo alcanzado fue de 10 cm, este último fue encontrado en retro peritoneo y lesionó el polo inferior del riñón derecho.

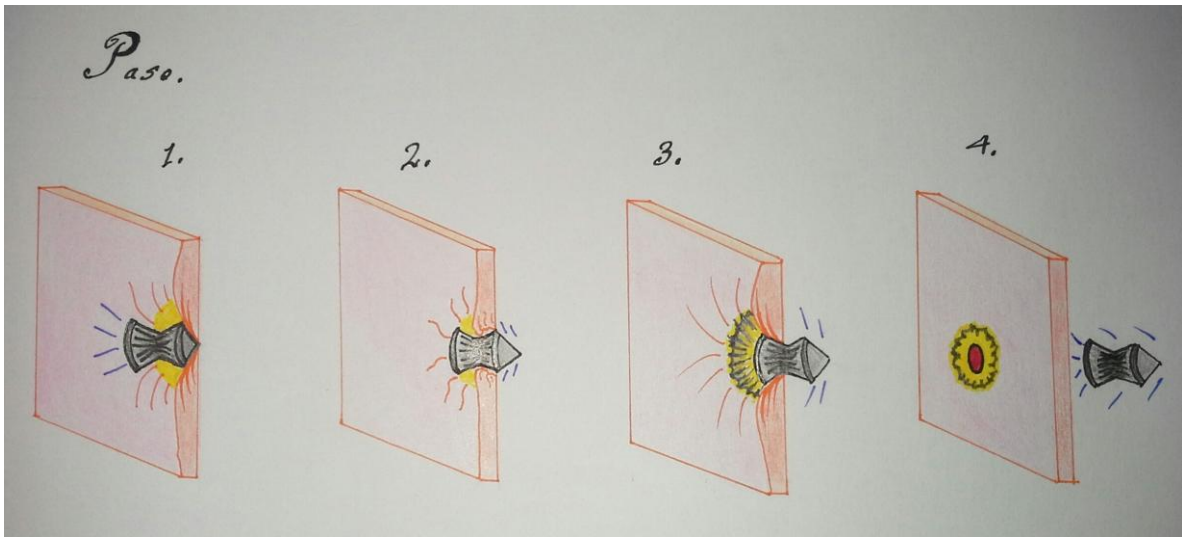
La dirección que tomó el proyectil se ubica espacialmente en tres planos, si fuera de tipo geométrico sería "x", "y" y "z", pero en el espécimen para expresarlo de una manera más clara se toma un plano coronal (antero-posterior), transversal (arriba-abajo) y sagital (derecha a izquierda), estos resultados no aportan información importante ya que son dependientes de quien dispare el arma y la intencionalidad.

En ninguno de los casos se encontró orificio de salida, por lo que se puede mencionar que la masa y velocidad con la que son disparados los proyectiles de este tipo de armas no tienen la capacidad de penetrar y posteriormente abandonar y seguir su trayectoria en un espécimen biológico de tales características.

Se presentó una característica no ordinaria en 6 casos y es un anillo negro estrellado por fuera del anillo de contusión, podría decirse que el mecanismo es igual por el que se produce el anillo de enjugamiento por proyectil de arma de fuego, solo que en este experimento se encuentra por fuera del anillo de contusión, el mecanismo de formación de este anillo puede deberse a la forma de



los proyectiles usados, tienen la forma de punta de pino, dicho de otra forma, empiezan en una punta y se ensanchan hasta alcanzar el calibre máximo (5.5mm), después disminuye su diámetro transversal a nivel del cuerpo a la mitad del proyectil alcanzando su diámetro transversal mínimo (4mm), para posteriormente volverse a ensanchar hasta alcanzar de nuevo su diámetro máximo en la base. El área que se encuentra entre los dos diámetros máximos y que contiene el menor calibre tiene la característica de tener un rayado paralelo al diámetro mayor del proyectil en toda su circunferencia. Entonces, cuando el proyectil contunde la piel, los tejidos sufren un deslizamiento hacia la punta del vector hasta que son vencidos y se rompen (paso 1), al pasar esto la piel por su elasticidad tiende a regresar a su configuración anatómica anterior y como el cuerpo del proyectil es más delgado le permite hacerlo parcialmente (paso 2), hasta que penetra de nuevo la base del proyectil, esta es más ancha que el cuerpo y es donde se encuentra el rayado, entonces dibuja dicho rayado por el enjugamiento (paso 3) y debido a que la piel pudo regresar en parte a su configuración anterior, es que el anillo se encuentra por fuera del anillo de contusión (paso 4), fenómeno que no sucede en los proyectiles de las armas de fuego ya que estos tienen punta, cuerpo y base, en estos dos últimos no varía el calibre.



**Autor: Juventino Iván Miguel González, 2013.**

## **5. CONCLUSIONES.**

Según los resultados e interpretación de estos, se puede mencionar que las lesiones producidas por proyectiles disparados por armas neumáticas siguen los mismos principios físicos que los disparados por armas de fuego.

Las lesiones producidas por proyectiles disparados por armas neumáticas a una distancia de 70-80cm tienen características similares a las producidas por proyectiles disparados por armas de fuego de larga distancia, pues están compuestas por un orificio de entrada, un anillo de contusión, escara y trayecto. Se diferencia con los producidos por armas de fuego por: la ausencia del anillo de enjugamiento y orificio de salida, aunque en algunos casos estas características tampoco se presentan en las producidas por armas de fuego.

La métrica de los orificios de entrada en las lesiones producidas por proyectiles de armas neumáticas son menores a los que se producen por los proyectiles de armas de fuego ambos en regiones anatómicas planas, con una diferencia de 2mm aproximadamente.

Las lesiones producidas por proyectiles disparados por armas neumáticas de mediana velocidad (214 m/s), en su mayoría penetran el abdomen y en menor porcentaje lesionan órganos abdominales en el modelo estudiado.

Uno de los elementos que se pueden tomar en cuenta para la identificación del tipo de arma (rifle neumático) y munición (diábolo DPM-5.5mm) es la presencia del anillo negro estrellado por fuera del anillo de contusión. Esta característica no se encuentra descrita en la literatura revisada.

Por último la conclusión general es que: las lesiones producidas por armas neumáticas con una velocidad aproximada de 214m/s con municiones de 5.5mm disparados a 70-80 cm, en abdomen produce lesiones caracterizadas por orificio de entrada, anillo de contusión, escara, sin anillo de enjugamiento, con una métrica del orificio de entrada de entre 3.04 +/- 0.83mm y 2.16 +/- 0.79mm, con trayecto lineal, penetrante de abdomen y que en menor porcentaje lesionan órganos intraabdominales no vitales y que además puede presentar un anillo negro semiestrellado por fuera del anillo de contusión.

Los objetivos del estudio nos permitieron responder al problema planteado, además se aportaron datos para la identificación y diagnóstico diferencial del tipo de lesiones producidas por las armas neumáticas, por otro lado se comprobó la capacidad de penetración de este tipo de proyectiles, si bien es cierto, este tipo de lesiones no son mortales por si solas, pero pueden ser graves, mas aún, si estos resultados se pueden transpolar a los seres humanos, principalmente en niños. Se mencionó la facilidad con la que se puede obtener este tipo de armas al ser considerados juguetes o herramientas deportivas, se excluye de alguna licencia o normativa para su uso, además del riesgo de ser motivo de accidentes o que tomen parte como herramientas de tipo delictivo.

En este estudio no existió ningún riesgo de tipo bioético ya que los sujetos de estudios correspondieron a cadáveres de cerdos obtenidos de establecimientos certificados por la SAGARPA (secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo social, pesca y alimentación) por medio de la SENASICA (servicio nacional de

sanidad inocuidad y calidad alimentaria), cumplen con las especificaciones señaladas en la NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. Dichos animales son utilizados para engorda, sacrificio y comercialización para su consumo, por lo que no existió ningún conflicto bioético para el presente estudio ya que de acuerdo con la NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio; hace alusión a las especies de animales de laboratorio y experimentación vivos, lo que no aplica en este estudio.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Vinay R. Country made scare gun vs. air gun—A comparative study of terminal ballistics using gelatine blocks. *Forensic Science International*. 214; 2012: 148–151.
2. Matthias Frank. Ballistic parameters and trauma potential of direct-acting, powder-actuated fastening tools (nail guns). *Int J Legal Med*. 126; 2012:217–222
3. Fuentes, M. A. Herida por proyectil de arma neumática. *An. Orl. Mex*. 53;2008: 4.
4. Smith, W.H.B. Smith's Standard Encyclopedia of Gas, Air, & Spring Guns of the World. **Castle Books, New York**, 1957:25.
5. Robert M. B. Air gun wounding and current UK laws controlling air weapons. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 17; 2010:123–126
6. Tarek A. Shazly. Pediatric Ocular Injuries From Airsoft Toy Guns. *J. Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 49; 2012:54-59.
7. G. Wightman. An investigation into the behaviour of air rifle pellets in ballistic gel and their interaction with bone. *Forensic Science International*. 200; 2010: 41–49.
8. O. Young. Penetrating air gun wound in the neck. *Auris Nasus Larynx*. 35;2008: 426–428.
9. Aleksandar Stankov. Air gun injury with deadly aftermath – Case report. *Legal Medicine*. 1;2012:1-3.
10. Peter Wahl. Injury pattern of the flash-ball®, a less-lethal weapon used for law enforcement: report of two cases and review of the literature. *The Journal of Emergency Medicine*,31;2006: 325–330.
11. Cory Ramstead. Ocular injuries associated with Airsoft guns: a case series. *Can J Ophthalmol*, 43; 2008:584–587.
12. Ali DALGIÇ. Brain injury due to air gun shot: report of three adult cases. *Turkish Journal of Trauma & Emergency Surgery*. 16; 2010:473-476.
13. Baptista, R. R.C. Fundamentos de balística ocasionadas por proyectiles de arma de fuego. *TRAUMA*, 4; 2001:115-120
14. Adrián Allaria. Accidentes del hogar: trauma penetrante de cuello por proyectil de aire comprimido. *Arch.argent.pediatr*,99; 2001: 135-139.
15. Oktay YILMAZ. Retrieval of A Retained Air Rifle Pellet in the Bursa Ovarica of A Bitch. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 16;2010:531.
16. T. V. Kuñ hnel. Air gun pellet remaining in the maxillary sinus for 50 years: a relevant risk factor for the patient?. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 39; 2010: 407–411.
17. CL Tsui. Ball bearing (BB) gun injuries. *Hong Kong j.emerg.med*. 17; 2010:488-491.
18. G. Campbell-Hewson. The use of air weapons in attempted suicide. *Injury*. 28; 1997:153-158.

19. Paul M. Ng'walali. Unusual homicide by air gun with pellet embolisation. *Forensic Science International*. 124; 2001:17-21.
20. Jose´ Faibes Lubianca Neto. Air gun dart injury in paranasal sinuses left alone. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 52; 2000: 173–176.
21. Jayant Radhakrishnan. Air Rifles-Lethal Weapons. *Journal of Pediatric Surgery*, 31;1996:1407-1408.
22. James M. DeCou. Life-Threatening Air Rifle Injuries to the Heart in Three Boys. *Journal of Pediatric Surgery*, 35;2000: 785-787.
23. C. Oliver. Air Gun Pellet Injuries: the Safety of MR Imaging. *Clinical Radiology*, 52;1997: 299-300.
24. Amir Shanon. Serious childhood injuries caused by air guns. *CAN MED ASSOCJ*. 144;1991:723-725.
25. A. GRAY. Air rifle breech injuries to digits: a preventable hazard. *Archives of Emergency Medicine*, 4;1987:193-195.
26. Gregg A DiGiulio. Penetrating Abdominal Air Gun Injuries: in Recognition and Management Pitfalls. *ANNALS OF EMERGENCY MEDICINE*, 2 ; 1999: 224-228.
27. M. Jo. McMullen. Velocity and Gun injuries. *Annals of emergency medicine* 27; 1996:269-270 .
28. Lawrence A. Lesnak. Penetrating Intracranial Injury from a BB Gun Wound: A Case Report.". *Arch Phys Med Rehabil*. 76;1995: 139.
29. Pottker TI, Dowd MD, Howard J, DiGiulio G: Suicide with an air rifle. *Ann Emerg Med June* ,29;1997:818-820.
30. Cohle, S. D., Pickelman, J., Connolly, J. T., and Bauserman, S. C., "Suicide by Air Rifle and Shotgun," *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*,32;1987:1113-1117.
31. F. C. Barnes. A Death from an Air Gun. *J Forensic Sci*, 21; 1976:3.
32. Patito, J.A. y cols. **Tratado de medicina legal**. Ed.Quócum. Buenos Aires, 2003: 505-556.
33. Vincent J.M. DI MAIO. **Heridas por arma de fuego**. La Rocca, Buenos Aires 1999: 65-87, 105-170, 207, 213.
34. Guzman Carlos A. **Manual de criminalística**. La Rocca, Buenos Aires, 2000:329-333, 486-500.
35. Vargas Alvarado, E. **Medicina Legal**. 2ªEdicion. Trillas. México, 2006: 198-213.
36. Gisbert Calabuig, J.A. **Medicina Legal y toxicología**. Masson, Madrid, 1998.
37. Vincent J.M. DI MAIO. **Manual de Patología Forense**. Ed. Diaz de Santos,S.A. 2003: 111-139.
38. Moreno, G. R. **Balística Forense**. 15ªedicion.Porrúa, México, 2011: 62-70.
39. Basile A.A. **Lesiones, aspectos medico legales**. Ed. Universidad. Buenos Aires 1994: 206-236.

40. Bonnet E:F. **Medicina legal**. Ed. López Libreros, Buenos Aires, 1980: 624-693.
41. Patito, J.A. **Medicina legal**. Ed. Centro Norte. Argentina, 2000 238-248.
42. Moreno, G.R. **Introducción a la Criminalística**. Porrúa, 2009: 131-152.
43. Shrabana K. Naik. Multiple variations of firearm injuries - A case report. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 18; 2011: 325-328
44. Bimonte, D. Comparación entre heridas por proyectiles de fuego calibre .22 de baja velocidad y de aire comprimido calibre .177 sobre flanco derecho de cadáveres frescos de conejos. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*. ISSN: 1695-7504.10;2009: 1-10.



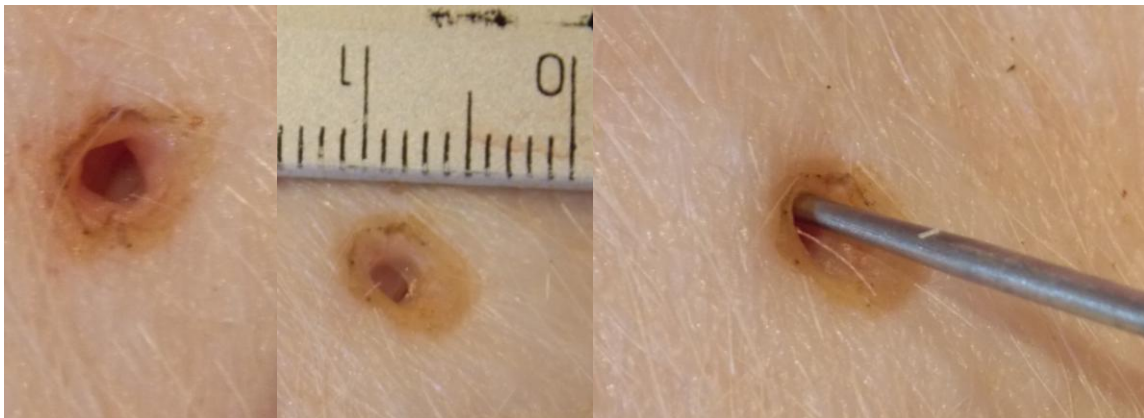
## 7. ANEXOS



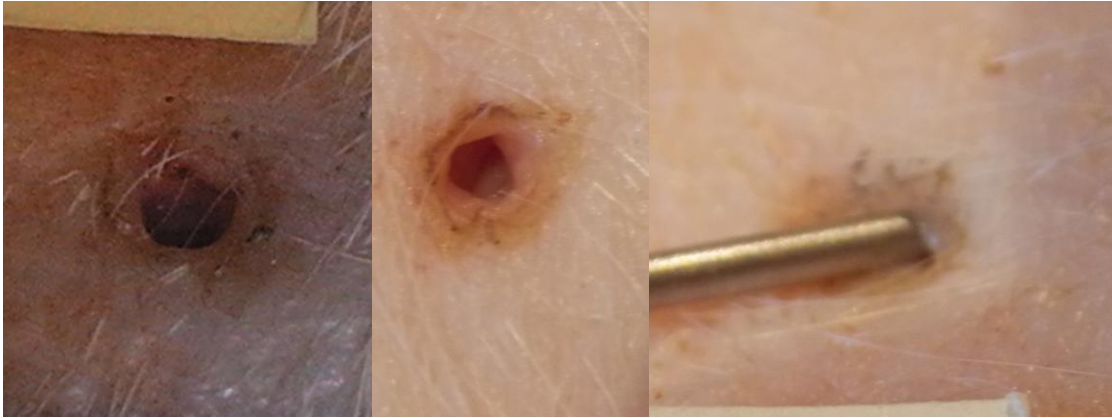
1. Rifle de aire Marca Mendoza, Modelo F-8.



2. Projectiles recuperados.



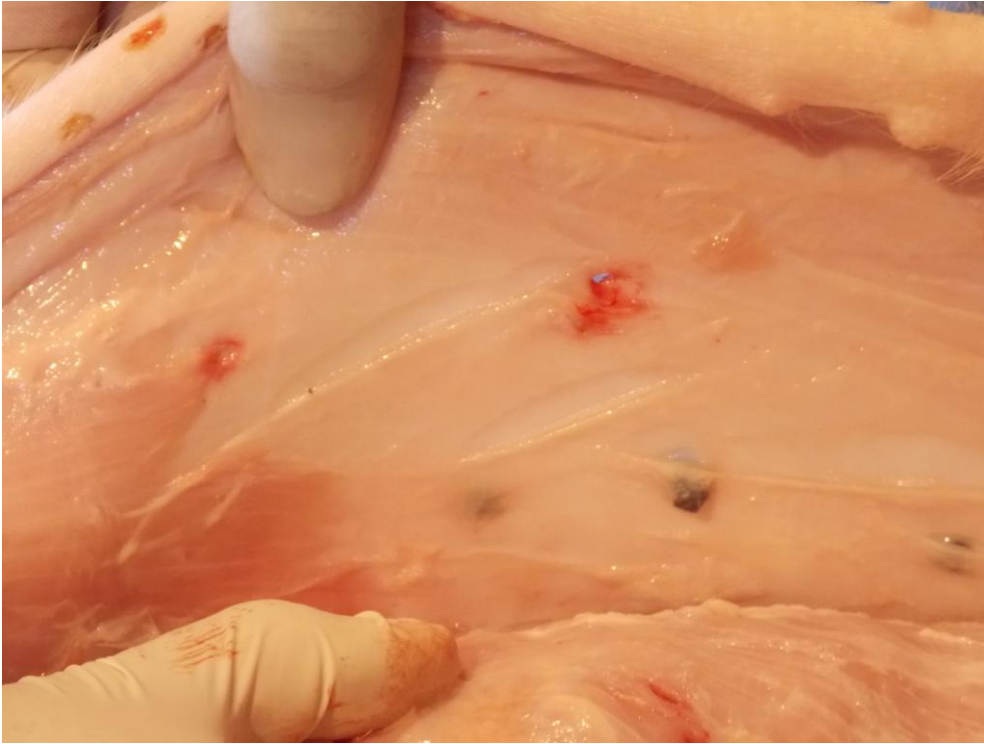
3. Observación, medida y determinación de la dirección de los orificios.



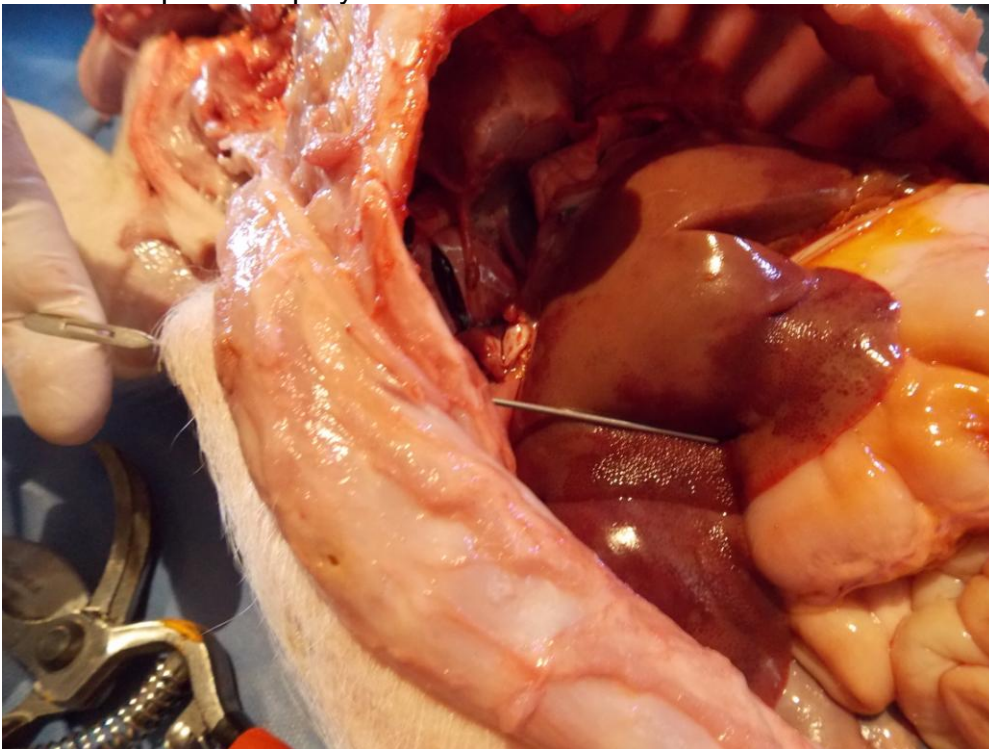
4. Anillo negro semi-estrellado por fuera del anillo de contusión.



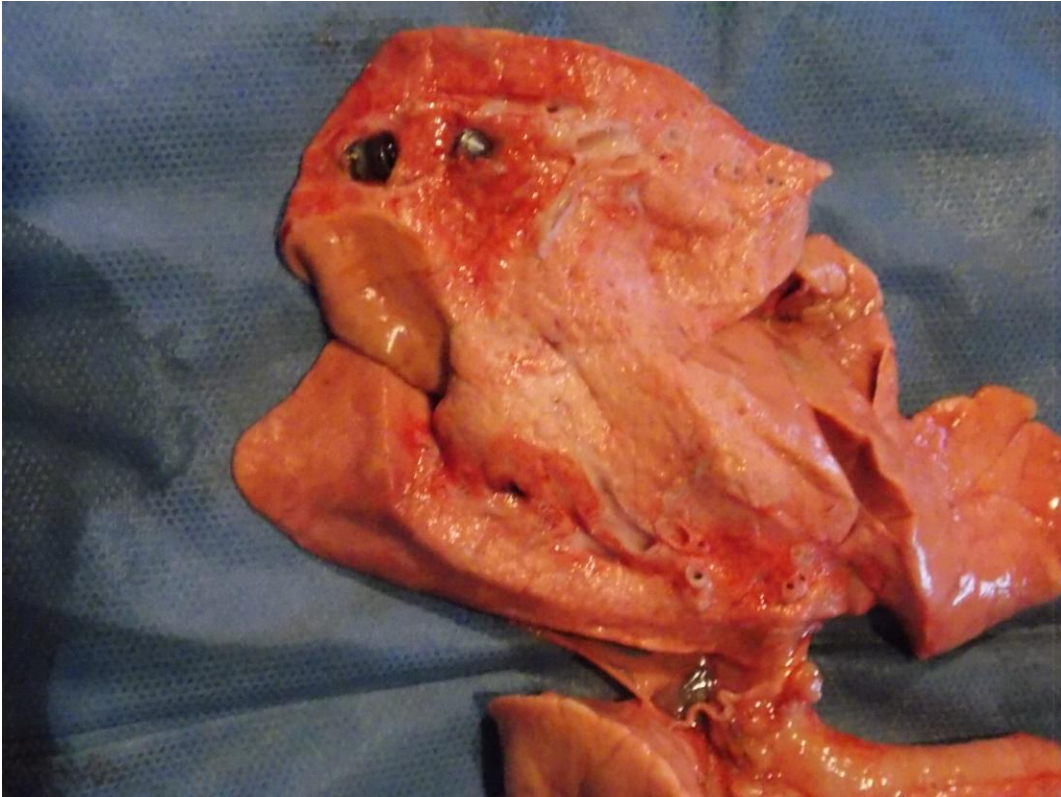
5. Disección por planos.



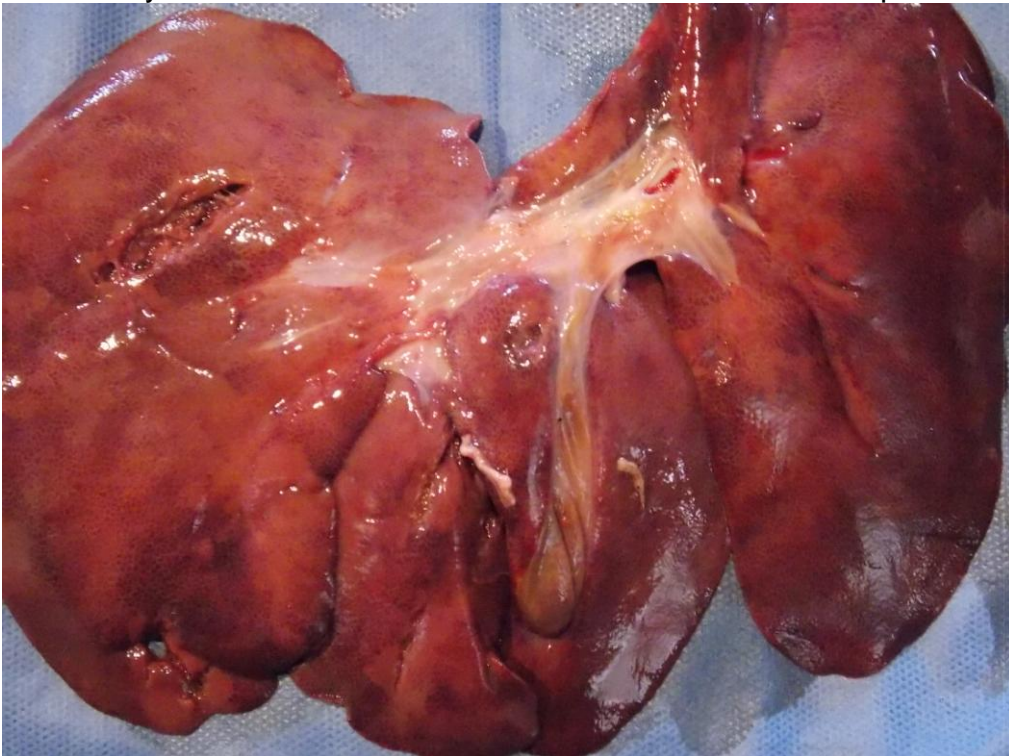
6. Búsqueda de proyectiles.



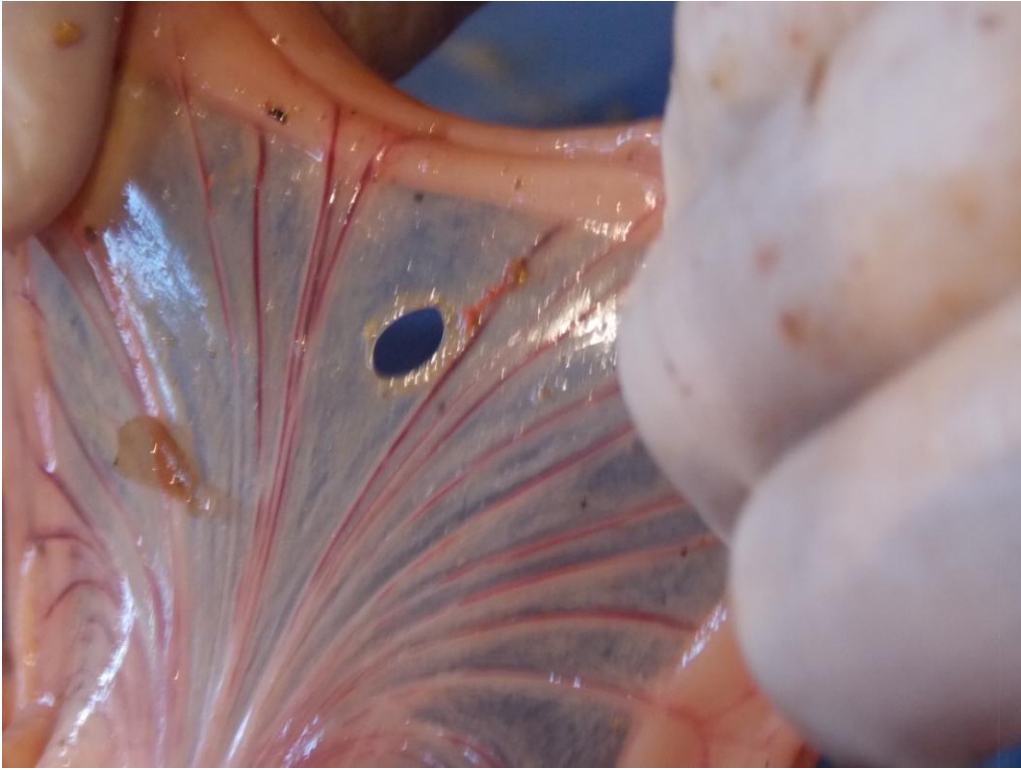
7. Determinación de trayectos.



8. proyectiles incrustados en el lóbulo inferior derecho de pulmón.



9. Múltiples lesiones del hígado.



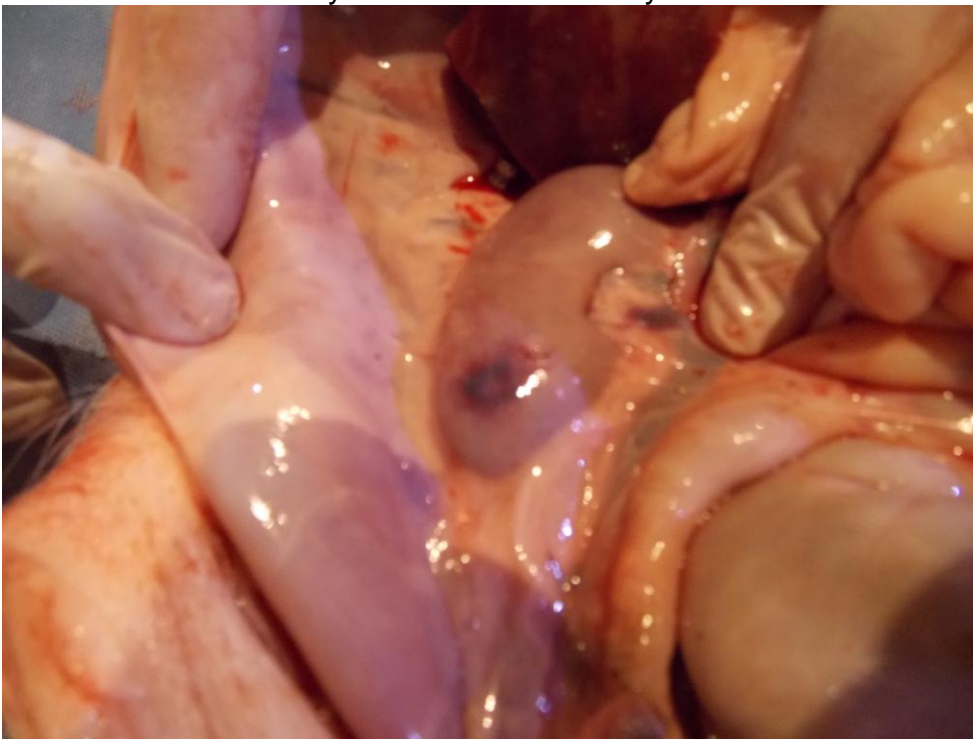
10. Perforación de mesenterio.



11. Perforación de intestino delgado.



12. Lesión en colon y determinación de trayecto.



13. Contusión de polo inferior de riñón derecho.



14. Presentación y corte de bloque genitourinario donde se observan contusiones a nivel de ambos polos renales inferiores.



15. Disección de bloque de cada órgano.