

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**HERIDAS POR PROYECTILES EN MEDICINA VETERINARIA Y SU
IMPORTANCIA FORENSE**

por

Ernesto Daniel VEDOVATTI MANZONI



TESIS DE GRADO presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias (orientación Tecnología
Higiene e Inspección de los Alimentos)

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

086 TG

Heridas por pro

Vedovatti Manzoni, Ernesto Daniel



FVI/27684

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



nombre completo y firma

PROF. AGR. DR. JOSE C. TORQUIA

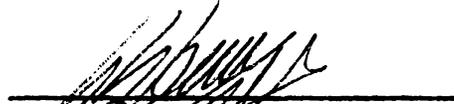
Segundo miembro (Tutor):



nombre completo y firma

PROF. ADJ. DR. DIEGO BIMONTE

Tercer miembro:



nombre completo y firma

PROF. ADJ. DR. GABRIEL SEMIGLIA

Fecha:

13/03/08

Autores:



nombre completo y firma

BR. ERNESTO VEDOVATI

AGRADECIMIENTOS

A los siguientes técnicos e instituciones sin cuyo concurso este trabajo, no hubiera podido ser realizado, los que a continuación detallo:

Per. Ing. Eduardo Deri e Ing. Civil Ramiro Rodríguez, por el asesoramiento en el diseño experimental y la determinación del ángulo de disparo.

Sr. Gerardo Dalmases† y Prof. Agr. Dr. Eduardo Lazaneot† por la facilitación de equipamiento de medición y sugerencias que complementaron el diseño.

Prof. Agr. Dr. José Carlos Torquia, por la orientación general dada al trabajo.

Dr. José Pacheco y Br. Carolina Arredondo, por el análisis forense y patológico de los cadáveres impactados así como los cortes histopatológicos realizados.

Dr. Carlos Rodríguez por el aporte de bibliografía relacionada al tema.

Área de Técnica Quirúrgica del Centro Hospital Veterinario, por el aporte de los cadáveres de los conejos utilizados en los prácticos de dicha asignatura.

Directiva y personal de polígono del Club Uruguayo de Tiro, por el asesoramiento y préstamo de instalaciones y demás facilidades.

Por último quisiera agradecer a todas las personas que acercaron una luz, cuando reinaba la oscuridad.

A los que nos tendieron una mano, cuando todo parecía perdido y también a los que nos pusieron un pié encima para apartarnos del camino, y ... no lo lograron.

Finalmente quisiera agregar que dedico el fruto de tantos años de trabajo, a la Sra. Lic. Susana Marta Manzoni de Vedovattit

27684

Tabla de Contenido.

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	V
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
4. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5. RESULTADOS	16
6. DISCUSIÓN	20
7. CONCLUSIONES	22
8. BIBLIOGRAFIA	22
9. ANEXOS	23

Lista de Cuadros y Figuras

Nº	Descripción	Página
CUADROS		
Cuadro Nº 1	Heridos por proyectiles frente a los casos atendidos en el año.	2
Cuadro Nº 2	Regiones anatómicas que tuvieron mayor incidencia según datos extraídos de fichas clínicas.	3
Cuadro Nº 3	Calibres de munición para aire comprimido de uso más corriente	11
FIGURAS		
Fig. Nº 1	Proyectil .22 y esquema 7,62 mm. escala real.	5
Fig. Nº 2	Esquema de fuerzas y descripción del movimiento de un proyectil en el aire	7
Fig. Nº 3	Diversos tipos de puntas y calibres en proyectiles para armas de puño o cortas	10
Fig. Nº 4	Formas básicas y constitución de las municiones para aire comprimido (excepto la cobreada las demás son de plomo sólido o plomo con aleación de antimonio.	11
Fig. Nº 5	Cavidad permanente en el trayecto.	12
Fig. Nº 6	Cavidad permanente y la cavidad temporal "cavitación"	13
Fig. Nº 7	Esquema de bala de alta velocidad mostrando cavidades permanente y temporaria con "choque hidráulico" sobre tejidos por delante de el recorrido del proyectil	13
Fig. Nº 8	Esquema de herida expansiva con fragmentación del proyectil	13
Fig. Nº 9	Esquema del dispositivo de suspensión de los cadáveres	15
Fig. Nº 10	Graficación trigonométrica del ángulo de tiro utilizado.	15
Fig. Nº 11 A y B	Características de los orificios de entrada (OE) y de salida (OS), mostrando el arrastre de pelos desde la superficie de la piel.	16
Fig. Nº 12 A,B,C,D	Diferencias de los impactos sobre tejidos óseos para proyectiles .22 Rimfire (LV) y .177 Aire Comprimido (AC).	17
Fig. Nº 13 A y B	Impactos en cavidad abdominal y torácica por proyectil .177 (AC).	18
Fig. Nº 14	Efusiones en cavidad torácica por proyectil .177 (AC).	18
Fig. Nº 15	Retención de un proyectil .177 (AC) en mesos a nivel abdominal.	18
Fig. Nº 16	Disparo tangencial .177 AC en hígado mostrando la cavidad permanente y la impresión del movimiento de rotación del proyectil y el aserrado producido por las estrías	19

Fig. Nº 17	Imagen histopatológica mostrando el arrancamiento de fascículos musculares provocados por un disparo .22 Rimfire LV.	19
Fig. Nº 18	Imagen histopatológica en donde se ve microscópicamente el trayecto dejado por un proyectil .22 Rimfire LV	19

1. RESUMEN

El objetivo del trabajo es comparar, los efectos producidos por proyectiles .177 Aire comprimido (AC), y por .22 Rimfire, percusión anular, Low Velocity, Baja velocidad (LV) sobre órganos, tejidos óseos y musculares, utilizando cadáveres de conejos, suspendidos para simular la absorción de energía sobre el cuerpo, al impactar en los mismos. Este diseño experimental se rige por protocolos aprobados por la Comisión de Bioética. Mediante necropsias se describen las lesiones sobre tejidos musculares, huesos y órganos huecos, así como las características de los orificios de entrada (OE) y de salida (OS), para cada tipo de munición y propulsión. Se resalta que los disparos producidos por munición. 22 Rimfire (LV) producen fracturas de huesos largos mientras que para el calibre .177 (AC) no se hallaron daños en dichos huesos. Los hallazgos en órganos viscerales (torácicos y abdominales) son de importancia para los dos tipos de munición disparada. Solo en el caso de la munición .177 (AC) se encuentran los proyectiles alojados dentro del cuerpo, en varias localizaciones y sobre el lado opuesto a donde se encuentra el (OE). El proyectil .22 Rimfire (LV) traspasa ambos flancos. Los dos tipos de proyectiles (.22 Rimfire LV y .177 (AC), disparados a una distancia de 16 metros, son capaces de producir heridas capaces de ocasionar la muerte de un animal.

SUMMARY

The objective of this paper is to make a comparison the effects produced by projectiles .177 Air compressed (AC) and .22 Rimfire Low velocity (LV) on organs, muscular and osseous tissues, using dead rabbit, supported for simulation energy absorption effects that produces for the impacts on the tissue. This experimentally design maintain concordance with the Bioethical Committee's protocols. Using necropsy methods, we describe the injuries on muscles, osseous tissues, and cavitory organs; and the characteristics of entrance holes (OE) and exit holes (OS), for each type off ammunition and propulsion system. We put in evidence, that firing with .22 Rimfire (LV) ammunition produce long bones fractures, and when firing .177 (AC) air compressed propulsion, it's don't produce any long bone injury. The injuries in visceraally organs (thoracic and abdominals) are the importance in both types of ammunition fired. Only with .177 ammunition (AC), there are projectiles retained in different parts of the opposite side to the entrance point at the bodies.. The projectile .22 Rimfire (LV) traspassed both flank. The two types of ammunition (.22 Rimfire LV y .177 AC) fired to 16 meters, have the capability to produce animal death.

2. INTRODUCCIÓN

Las armas de fuego, se encuentran entre las causas posibles de agresión en pequeños animales (perros y gatos) a punto de partida de intencionalidades o accidentes.

De la revisión de las fichas clínicas existentes en el período comprendido entre 1992 y 2002 se encontraron los siguientes resultados que se detallan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1 – Heridos por proyectiles frente a los casos atendidos en el año (*)

Años	Casos	Totales atendidos
1992	2	1.918
1993	3	1.418
1994	5	1.817
1995	7	2.076
1996	8	2.722
1997	4	2.565
1998	3	2.759
1999	10	3.711
2000	4	3.352
2001	7	3.632
2002	1	2.936
Total	54	28.906

(*) Datos extraídos de los registros del Hospital de la Facultad de Veterinaria (Centro Hospital Veterinario) UDELAR

Según los datos extraídos de las fichas del Centro Hospital Veterinario (CHV) (UDELAR), el porcentaje de los casos por herida de bala se encuentra en el orden del (2 x 1000).

Los datos son exclusivamente de aquellos animales que llegaron a recibir atención médica en el (CHV). Se desconocen datos, sobre si otros animales han sido atendidos por Veterinarios particulares, al no haberse encontrado comunicaciones al respecto.

Las regiones afectadas encontradas en los datos extraídos de las Fichas Clínicas del CHV se resumen en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2 - Regiones anatómicas que tuvieron mayor incidencia según datos extraídos de fichas clínicas.

Tipo de herida	N° de casos	%
Herida en Miembro anterior	14	25,93
Herida en Miembro posterior	15	27,78
Otros tipos de Heridas	25	46,29
Totales	54	100,00

Existen diversos tipos de armas de fuego en nuestro país las cuales pueden tener distintos usos. Que van desde la defensa personal, caza, y como deporte en sus distintas disciplinas.

Las armas cuando éstas se emplean fuera de los usos anteriormente mencionados pueden ocasionar lesiones, daños materiales e incluso la muerte (intencional o no).

Existe en nuestro país una obra inconclusa, la cual se ha dedicado a tratar este tema sobre todo respecto a las armas de fuego. Por esa razón se desconoce si el autor hubiera dedicado parte de la misma al tratamiento de las heridas por aire comprimido.(Fernández, 1964)

Existe información a nivel regional e internacional clasificados en dos aspectos: uno el específicamente técnico, que aporta los elementos de carácter físico de la balística y el otro que trata de la relación de estos con los daños producidos sobre tejidos desde punto de vista científico, y del cual se dará cuenta en el Apartado 3 de la presente Tesis.

El tema de las armas de fuego, es complejo de abordar debido a la gran diversidad de municiones, cargas de propulsión para dichas municiones, potencias, ángulos de disparos y condiciones de movilidad de los objetivos y condiciones climáticas, por lo que se debió seleccionar algunas incidencias para la realización de este estudio, que de ninguna forma pretende agotar el tema.

En nuestro país así como en otros países, la venta de rifles de aire comprimido de forma libre, muchos de los cuales son usados por menores sin una debida instrucción sobre su uso. Como dato a destacar, España y el Reino Unido, tienen legislaciones sobre la potencia permitida de éstas armas y las piezas que pueden cobrarse en actividades cinegéticas (caza). También en España existen regulaciones, para la tenencia de armas de aire comprimido, debiendo el poseedor, demostrar idoneidad para su manejo ante las autoridades policiales. (Durán Perelló, 1964; Real Decreto N° 137/1993)

Esto ha sido motivado debido a los diversos accidentes que la bibliografía internacional registra y tiene como protagonista a las municiones disparadas por este tipo de arma tanto en animales como en seres humanos.

Por todas estas consideraciones, existen autores que opinan que este tipo de armas, no deberían considerarse como un juguete sino que deberían tomarse como armas propiamente dichas capaces de infringir un daño serio a animales o humanos, recomendando la debida instrucción para un manejo seguro y orientado al fin al cual está destinado su uso por parte de su propietario (tiro deportivo, caza o control de plagas).

La presente tesis procura, sin agotar todas las posibilidades, comparar dos municiones una propulsada con pólvora y otra propulsada por aire comprimido, analizar los efectos y de demostrarse las hipótesis, extraer conclusiones para las condiciones fijadas de experimentación. Por tal motivo fija los siguientes objetivos:

El Objetivo Número 1 del trabajo de tesis es la verificación de si los disparos producidos por .177 (AC) en Tórax producen lesiones capaces de producir heridas letales como las que produce un proyectil .22 Rimfire (LV).

El **Objetivo Número 2** consiste en el mismo estudio pero para heridas producidas en el abdomen.

El **Objetivo Número 3** es la de comprobar si los impactos por proyectiles de calibre .177 (AC) son capaces de producir fracturas en miembros anteriores y posteriores.

3 - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Hay información bibliográfica internacional compilada por la Facultad de Veterinaria de Zagreb, donde se han registrado diversas lesiones en animales por proyectiles de uso militar durante la Guerra de los Balcanes.(Kraljevic,1993).

En nuestro medio, el calibre .22 (veintidós centésimas de pulgada) de diámetro de percusión anular (Rimfire), representa el mas extendido por su precisión y el costo accesible de su munición. (Fernández, 1964).

Existe en la bibliografía información para cada uno de los medios de propulsión de proyectiles estudiados en este trabajo. (Durán Perelló, 2006; Fernández, 1964; Franz, 1941; Pavletic, 1996)

Este proyectil .22 Rimfire, se presenta en tres tipos de velocidad (baja, estándar y alta) (LV- Low velocity-, SV- Standard velocity-, HV – High velocity-) y está comprobado su poder letal, tras alcanzar órganos vitales. (Fernández, 1964; Quatrehomme, 2003)

Esta munición consiste en una vaina de bronce, sobre la cual puede venir también con un recubrimiento de níquel. Ésta tiene un reborde en su parte inferior en donde se ubica un fulminante, el cual es el que genera la ignición de la pólvora, la que se encuentra contenida dentro de la vaina inmediatamente por encima del fulminante y en estrecho contacto.

Esta disposición del fulminante en el reborde de la vaina, en forma de anillo, es lo que le da el nombre de “Rimfire” o de “percusión anular”, por el lugar en donde el percutor del arma golpea el mismo para producir el disparo. La munición se completa con un proyectil de forma cónica, el cual posee bandas de forzamiento para ajustarse al ánima del cañón y tomar las estrías que éste tiene, lo que permitirá tomar un movimiento de rotación giroscópica sobre su eje axial el cual le dará estabilidad durante el vuelo. (Fernández, 1964)

Un proyectil (LV) se diferencia con (HV) uno de alta velocidad en que el segundo su carga de pólvora tiene mayor coeficiente de deflagración que la del primero, generando una gran masa de gas en menor tiempo y debido a esto, su vaina es reforzada para poder soportar mayores presiones durante la combustión. (Fernández, 1964)

Los proyectiles utilizados en el ensayo son de plomo sólido con un recubrimiento especial que evita que se peguen elementos extraños y favorece su lubricación dentro del caño, los mismo son (LV). (Fernández, 1964)

En la Fig. Nº 1 se muestra un proyectil .22 junto al esquema de un proyectil 7,62 mm. de uso militar en Uruguay.

En la misma se pueden apreciar las diferencias de constitución de un proyectil de percusión anular y otra de Fuego Central, es decir en la cual el fulminante está contenido en una cápsula la que se ubica en la base de la vaina y posición central, comunicando con la

cámara que contiene la pólvora, no directamente sino a través de uno o dos oídos, según si el sistema es de yunque incluido (Boxer) o de yunque en la vaina (Berdan) y que son los que permiten que las chispas de encendido del fulminante, enciendan la carga de pólvora

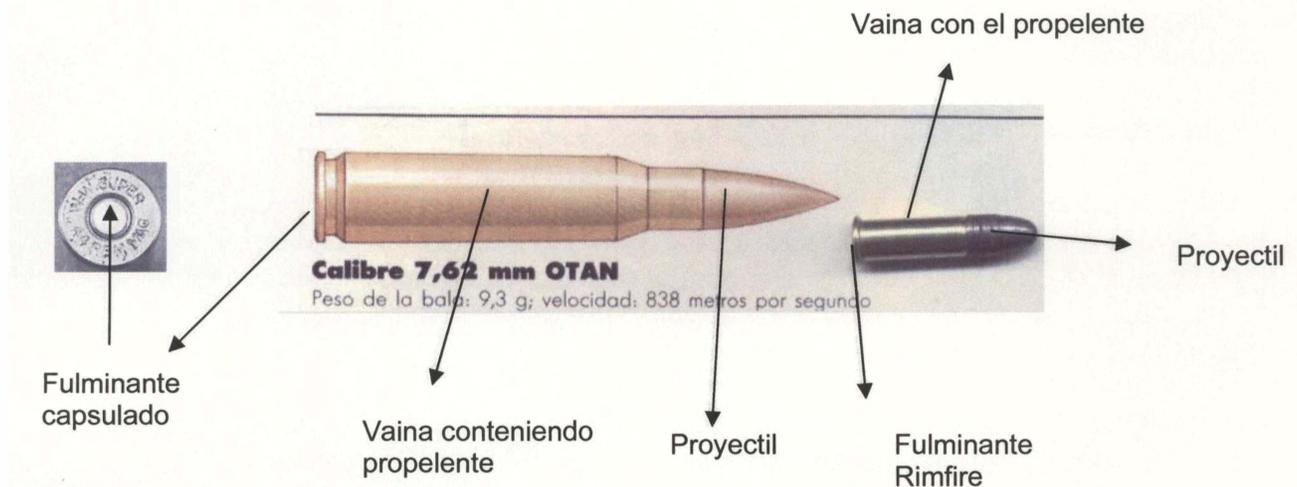


Fig. N° 1. Proyectil .22 y esquema 7,62 mm.OTAN a escala real.

Por su parte, el rifle de aire comprimido (AC) con munición de plomo de calibre .177, no es tenido en cuenta como arma, vendiéndose en forma libre inclusive en ferreterías para diversión, siendo un obsequio frecuente realizado a los niños y no existe una descripción sistemática de los efectos producidos por este tipo de proyectil en animales. (Bond, y col. 1996)

Se han descrito casos aislados en seres humanos (niños) y en animales. Los casos descritos fueron de heridas producidas por un tipo de munición conocida como balines BB que están constituidas por un núcleo de acero con un recubrimiento de cobre, de calibre .177 (ciento setenta y siete milésimas de pulgada), los que son propulsados por aire precomprimido de alta velocidad y potencia a través de un cañón de ánima lisa. (Allaria, 2001; Di Maio, 1982; Dittmann, 1986; Ford y col.1990; Kettner, 2006; Miner, y col. 1986; Stott, 2005)

3.1 Conceptos de balística

La **BALISTICA** es la ciencia encargada de estudiar el movimiento, avance y proyección de todo proyectil lanzado al espacio en general y los lanzados por arma de fuego en particular.

Dentro de la misma pueden reconocerse tres ámbitos de estudio. Por un lado está la Balística que estudia el movimiento del proyectil, desde el momento que se separa de la vaina y transcurre por el interior del cañón, mientras toma las estrías del mismo, que le

darán un movimiento de estabilización giroscópico al momento de salir disparada del arma.

Luego viene una parte que estudia el vuelo del proyectil en forma libre, las fuerzas que impulsan, y frenan a la bala, así como la trayectoria que describe hasta el momento en que impacta en el blanco y finalmente, tenemos lo que se conoce como **balística terminal**, que estudia los efectos que causa la penetración y la transferencia de energía del proyectil hacia el blanco y su comportamiento (desvíos, deformaciones, fragmentaciones etc.) que sufre al impactar sobre un blanco.

Existe un concepto que va a condicionar el comportamiento del proyectil desde que sale del arma e impacta el blanco. Ese concepto se conoce como **Coefficiente balístico** y constituye la base de la balística. Expresa la relación existente entre el *peso del proyectil su sección y su forma aerodinámica los que definen la estabilidad del mismo para atravesar el aire*

durante el vuelo del proyectil existen una serie de fuerzas que lo impulsan y otras que lo tienden a frenar entre las primeras se encuentra la energética derivada de los propelentes pólvora o gases fríos comprimidos y entre las segundas está la resistencia del aire o rozamiento el cual ofrece tanto más resistencia cuanto más rápido es la velocidad del proyectil y la fuerza centrífuga la cual atrae al proyectil en vuelo y que si no lo atrae durante el mismo impactar en el blanco termina por ser atraído hacia el mismo empujando

los movimientos del proyectil en términos generales pueden resumirse en los siguientes

- **Parabólico** *resultante de la combinación entre el desplazamiento del proyectil y la fuerza de gravedad que se ejerce sobre este*
- **Traslación** *distancia mensurable existente entre la boca de fuego del arma y el sitio de impacto*
- **Rotación** *giro del proyectil sobre su eje longitudinal producto del sentido impuesto por la forma helicoidal de las estrías radiales en la cara interna del cañón ánima rayada*
- **Giroscópico** *movimiento cónico pendular que deriva del centro de gravedad con el movimiento de rotación*

de las características de estos movimientos es que se clasifican en trayectorias más o menos rasantes o parabólicas dependerán también de los ángulos y calibraciones de los sistemas de puntería la estabilidad del proyectil y la aplicación de algunas medidas producidas sobre todo en órdenes parámetros en donde pueden verse desarrollos relacionados por un efecto de serrado derivado del movimiento circular de el proyectil sobre su eje asociado al radio de las estrías en su superficie empujando

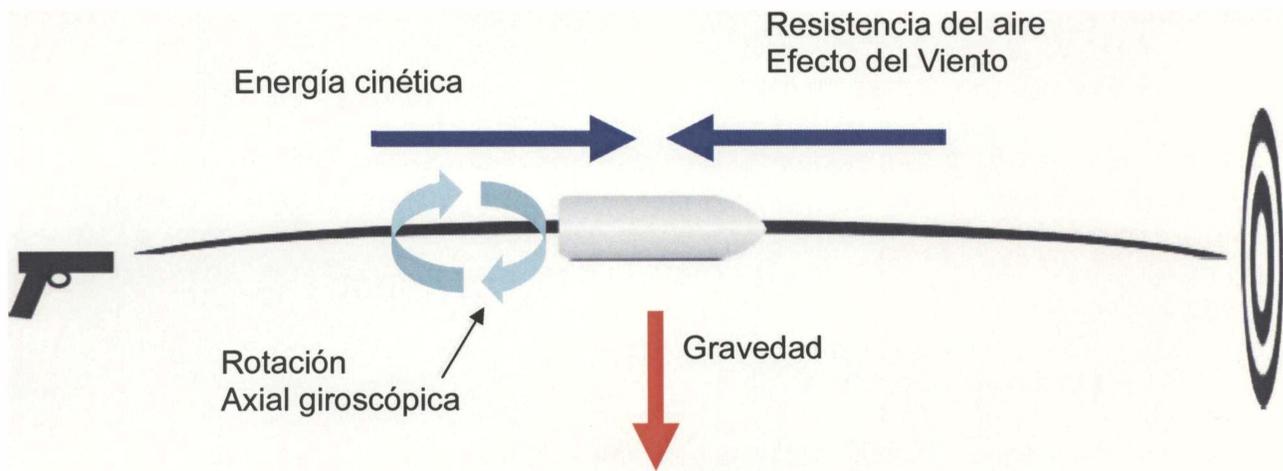


Fig. N° 2 – Esquema de fuerzas y descripción del movimiento de un proyectil en el aire

Como vemos en la Fig. N° 2 la fuerza propulsora es la Energía cinética, la cual es el producto de la masa por el cuadrado de la velocidad dividido dos, según la siguiente fórmula:

$$\text{Energía cinética} = \frac{\text{masa} \times (\text{velocidad})^2}{2}$$

y ésta deriva de la Energía potencial contenida en el resorte, gas comprimido, para las armas propulsadas por aire comprimido o en la carga de pólvora en el caso de las armas de fuego.

Analizando la fórmula, podemos ver que si mantenemos la masa constante y aumentamos la velocidad, la energía tiende a aumentar. Pero al aumentar la velocidad, paralelamente aumenta la resistencia del aire y dependiendo del proyectil, es decir de su forma más o menos aerodinámica, tardará más o menos en frenarse o desviarse, llegando al blanco con menos energía remanente para penetrar.

Una forma de sortear este efecto, consiste en aumentar la masa del proyectil. De esta forma el proyectil viaja a menor velocidad, pero mucho más establemente y tiene una energía remanente con la cual impactar en el blanco o perforar.

En esto intervienen un sinnúmero de variables y que dependen de la potencia que tenga de fábrica el arma de aire comprimido, de las cargas de los cartuchos, como así también, de los diferentes pesos de los proyectiles y de sus coeficiente de forma, el cual incide sobre el comportamiento que tendrán en vuelo y de sus posibilidades para conservar la energía durante todo el trayecto hacia el blanco. (Fernández, 1964; Pavletic, 1996).



3.2 Tipos de munición

3.2.1 – Munición para armas de fuego

Los proyectiles pueden clasificarse de diversas formas e incluso un par de municiones variado o que se refiera a una diversidad en sus efectos los siguen los cuadros predefinidos orientados a evaluar que no es en el tema sin por lo que el mismo que por otra parte es un campo que se encuentra en constante evolución desarrollo

– Por tipo de propulsión

- **Pólvora negra** clásica mezcla de salitre a sulfuro carbono utilizada en armas de avancarga "réticas" o en algunos cartuchos de escopeta o de señales
- **Pólvora blanca** "sin humo" o "nitro" de base simple o doble segun contengan nitrocelulosa solamente o con adición de nitroglicerina a adición de esta última aumenta el poder de la misma a través de un incremento de la tasa de liberación de gas por unidad de tiempo

– Por calibre

En este tema existen varias escalas en la forma en que se expresan los calibres de los proyectiles las que siguen el sistema Métrico decimal así como otras que se expresan en centímetros o en milímetros de pulgada

Por otro lado están las escopetas que tienen un sistema diferente cuyas unidades se denominan "auge" que se corresponde al número de esferas producidas de un determinado diámetro por una libra de plomo eso es lo que determina el calibre del cañón los proyectiles pueden ser desde balas estriadas con ese calibre renne y remen etc a diferentes tamaños de perdigones siendo los más gruesos los de los números conocidos como "postas" los de los números del al de diámetro más pequeño denominados perdigones

Para complicar aún más la clasificación existen denominaciones que combinan los valores de calibres en milímetros centímetros o milímetros de pulgada con el largo de las vainas a la de fabricación expresado por sus dos últimas cifras o a lo en el cual se cambió el propelente es decir cuando se pasó de usar pólvora negra se comenzó a emplear las pólvoras sin humo

Entonces en general los siguientes son solo algunos ejemplos que pretenden ilustrar lo anteriormente expuesto

mm mm etc

tras clasificaciones hacen referencia al fabricante o al sistema de ignición del proyectil como por ejemplo el usado para la realización de la fase experimental de la presente tesis el proyectil *rimfire* que tal como se describió anteriormente por la forma que adopta el fulminante solidificado que ocupa en forma anular el reborde de la vaina recibe el prefijo de "rim" en inglés "anillo o anular"

– Por la forma de la punta y la constitución de su cuerpo

En términos de municiones se conoce como punta al proyectil que es el que se dispara este puede tener diferentes formas más o menos redondeadas o cónicas más o menos alargadas pero todas estas buscan mantener el coeficiente balístico óptimo para el tipo de propulsión que usa y munición considerada

Existen proyectiles constituidos por plomo sólido en algunos casos con aleación de antimonio para aumentar su dureza también los hay totalmente encamisados en cobre con un núcleo de plomo parcialmente encamisados que de antea puesto el plomo en la parte frontal o *hollow point* o bien son huecos en la punta *hollow point* y en algunos casos presentan también una serie de cortes o marcas para facilitar su fragmentación esto solo es por citar algunos ejemplos de municiones que están al alcance de la población civil o de fuerzas policiales

Estas características van a condicionar no solo el vuelo sino también los efectos sobre el cuerpo en el que impacta favoreciendo una mayor o menor penetración la fragmentación y la consecuente transmisión de la energía al blanco estos efectos se discutirán en la sección

manera de empleo se listan algunas de las distintas formas de las puntas

- *conica*
- *oval mas o menos agudos o alargados*
- *Punta hueca o "hollow point"*
- *sférico para uso como perdigones en escopetas*
- *redondeada*
- *adcutter punta plana para tiro de polígono*



Fig. – Diversos tipos de puntas y calibres en proyectiles para armas de pulcra

– Por el mecanismo de detonación del propelente

Como anteriormente se ha descrito otra forma de clasificarlos es por el sistema de ignición del propelente es decir si el fulminante está en posición central o periférica en cuyo caso se clasifican como de fuego central y Percusión anular respectivamente

– Por la velocidad desarrollada durante el vuelo

- Alta velocidad m/s supersónicos
- Baja velocidad m/s subsónicos

Estas velocidades están en relación con el tipo de arma, el propelente utilizado y la forma del proyectil empleado

– Munición para armas propulsadas por gases fríos comprimidos

Estos proyectiles no cuentan con un sistema de propulsión propio sino que son proyectados a través de la planta de poder con la cual está dotada el arma de aire comprimido

Esta puede ser de **resorte y pistón** en la cual el aire es comprimido en un cilindro metálico al momento de ser liberado el pistón por la acción mecánica elástica del resorte este pistón fuerza al aire a pasar a gran velocidad y presión por el orificio u oído que comunica la cámara de compresión con la recámara que en el caso de este tipo de armas es el sector del cañón en donde se aloja el pellet, perdigón, postón o chumbo según las diversas denominaciones como se conocen en la jerga de los diversos países

Otra forma de propulsión es la conocida como **aire precomprimido** y la misma consiste en la compresión previa del aire en un depósito estanco y del cual se libera cuando se oprime la cola del disparador la salida de la válvula sustituye al oído y se conecta con la recámara

Los otros dos sistemas constituyen en la propulsión a través de tanques ya sean de aire comprimido como de anhídrido carbónico precargados Pavletic

Los calibres más corrientes son

Cuadro N° 3 – Calibres de munición para aire comprimido de uso más corriente

Calibre en milímetros	Calibre en centésimas o milésimas de pulgada

Las ánimas de los cañones pueden ser estriadas o lisas. Estas últimas son desde donde se disparan los proyectiles conocidos como munición BB, los que son de núcleo de acero cobreado. Esto es así para evitar el inevitable desgaste del ánima y de las estrías por el roce entre metales.

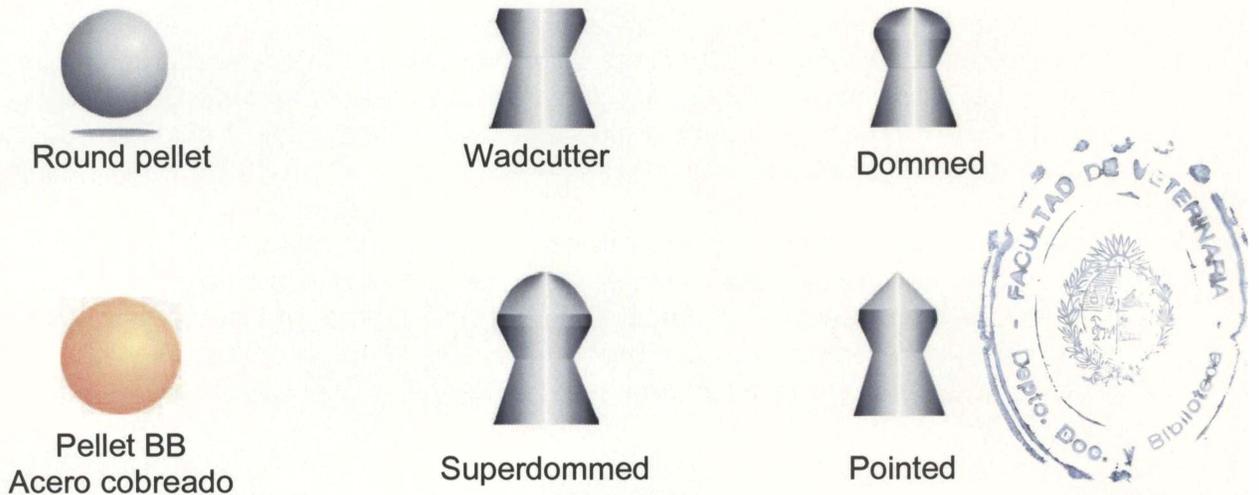


Fig. N° 4 – Formas básicas y constitución de las municiones para aire comprimido (excepto la cobreada las demás son de plomo sólido o plomo con aleación de antimonio).

Exceptuando el proyectil de tipo BB, el resto de los proyectiles para aire comprimido AC, son de plomo sólido o con aleaciones de antimonio para darle dureza. Si bien existen las formas esféricas tales como la Round, en general tienen una forma de tipo “copita”, también conocida como “Diábolo” que optimiza el cierre del proyectil en la recámara, potenciando la presión ejercida por el gas comprimido que dilata parcialmente el cono posterior haciendo que la munición tome las estrías del cañón. (Fig. N° 4)

Con una menor velocidad que dependiendo del arma puede ir desde los 110 m/s hasta algunas tales como la Gamo Hunter que imprimen a las municiones, velocidades por encima de los 330 m/s, es decir que son supersónicas, las formas básicas de los pellets son básicamente las que se ven en la figura superior, o con variantes, tales como puntas huecas (Hollow point) o algunos compuestos con dos metales (esfera central de cobre), lo que permite la fragmentación.

Entre las más penetrantes, están los Dommed, Superdommed y los Pointed. Los Round y los Wadcutter tienen una penetración menor y estos últimos son los utilizados especialmente para tiro al blanco, debido a que cortan el papel del mismo de una forma perfectamente circular, permitiendo una más fácil visualización del impacto. (Pavletic, 1996).

3.3 Mecanismos de las heridas producidas por proyectiles

Existen mecanismos que son comunes a todas las armas de fuego y otros que son específicos de determinados calibres, municiones y potencias. También pueden verse

afectados por los ángulos y distancias del impacto, por lo que los ejemplos que a continuación se describen, son ilustrativos de los efectos de los proyectiles.

Se describe el efecto de la munición .22 Rimfire HV, como ejemplo y se muestran diferentes calibres y potencias de fuego, de uso corriente en la actualidad.

Existen cuatro mecanismos básicos que explican los diferentes efectos que tienen los proyectiles sobre los cuerpos en los que impactan. La producción de éstos dependerá en gran medida del tipo de proyectil, su velocidad, constitución y distancia de disparo. Los mismos son los siguientes:

Perforación consiste en la **penetración** cilíndrica con desgarramiento y estiramiento de vasos sanguíneos, con transmisión parcial o total de la energía al cuerpo. Traumatismo tisular, hemorragia, trombosis y derrames. Este efecto se presenta en proyectiles tanto de alta como de baja velocidad. Es de importancia a la hora de alcanzar vasos sanguíneos y órganos vitales, que conjuntamente con la expansión y el calibre favorece la hemorragia. (Fig. N° 5)



Fig. N° 5 – Cavity permanente en el trayecto

Cavitación es la cavidad temporal, creada por dilatación de los tejidos por detrás del mismo y que persiste 5 a 30 microsegundos, la cual puede llegar a tener un volumen varias decenas de veces el diámetro del proyectil. Esto produce un desgarramiento tisular con incremento de la hemorragia. Asimismo crea un vacío a todo lo largo del trayecto, el que succiona elementos desde la superficie y de los distintos planos que va atravesando. Generalmente son efectos de proyectiles de alta potencia y velocidad. (Fig. N° 6)



Fig. N° 6 – Cavity permanente y la cavidad temporal "cavitación"

Choque hidráulico Consiste en la transmisión de la energía por delante y lateral al proyectil derivada de la generación de “ondas de choque” en los fluidos con generación de pulsaciones que producen daño tisular tardío. Este efecto está especialmente descrito para proyectiles de alta velocidad al generar la compresión de los tejidos y sus contenidos líquidos por delante y lateral a su trayecto. (Fig. N° 7)

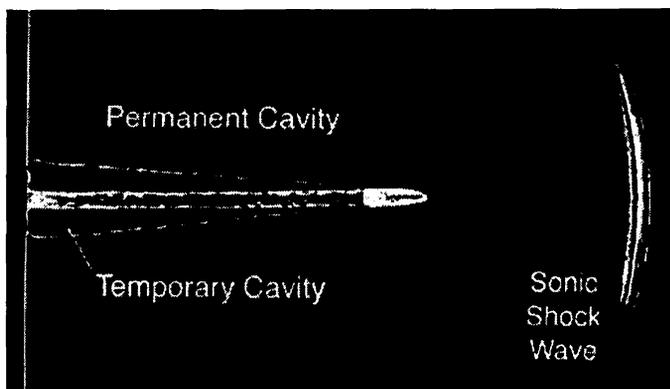


Fig. N° 7 – Esquema de bala de alta velocidad mostrando cavidades permanente y temporaria con “choque hidráulico” sobre tejidos por delante de el recorrido del proyectil

Expansión Rápida desaceleración luego de penetrar con transmisión de energía produciendo una gran herida cónica de varias veces el diámetro del proyectil, con deformación o fragmentación. Proyectiles de punta blanda, hueca o parcialmente encamisados. Alta y baja velocidad. (Fig. N° 8)

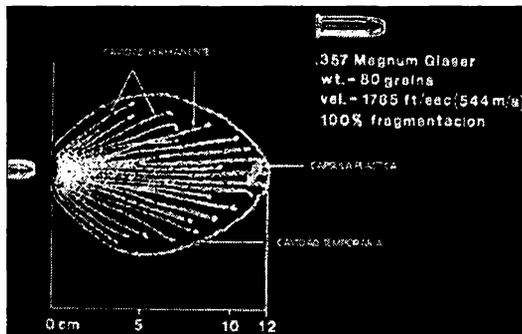


Fig. N° 8 – Esquema de herida expansiva con fragmentación del proyectil

Características de los orificios de entrada (OE) y de salida (OS)

Los orificios de entrada (OE) tienen prácticamente las mismas medidas en diámetro que los orificios de salida (OS), siendo esto válido para armas de AC y .22 Rimfire de baja velocidad. Esto se debe principalmente a la retracción de las fibras elásticas de la piel, lo cual lleva a la dificultad de poder predecir el diámetro o calibre del proyectil que impactó.

En el caso del .22 Rimfire LV, los orificios de salida (OS), tienden a ser ligeramente mayores que los de entrada. Esto es debido al arrastre de tejidos durante el trayecto dentro del cuerpo del animal. En el caso de los orificios de entrada (OE), los mismos presentan una característica muy particular a la autopsia. Estos tienen pelos, restos cutáneos, detritos bacterias etc. que se introducen hacia el plano subcutáneo desde la superficie de la piel, y permite reconocer fácilmente por donde penetró el proyectil.

Este arrastre además de su importancia forense, tiene una importancia desde el punto de vista clínico, y es que toda herida de bala debe considerarse contaminada o potencialmente infectada, debiendo tratarse como tal, identificando mediante un antibiograma la flora que esté prosperando en la misma, debido a que los proyectiles pueden penetrar en forma directa o a través de un rebote en la tierra, llevando consigo bacterias potencialmente patógenas. (Fernández, 1964)

Otro concepto de importancia es el “poder de detención” o “Stopping power” que consiste en la cesión de energía de la bala al cuerpo impactado, que explica el nivel de daño infringido y que se rige por la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia Parada} = \text{Superficie Impacto (cm}^2\text{)} \times \text{Energía (kilográmetro)}$$

4- MATERIALES Y MÉTODOS

Se impactaron 6 cadáveres de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) híbridos línea Genética Verde producidos en el INIA “La Brujas”. De 3 meses de edad y 3 Kg. de peso con proyectiles ⁽ⁱ⁾ .22 Rimfire (LV) de plomo con un peso de 2,6 g ⁽ⁱⁱ⁾ (Velocidad inicial de 325 m/s y Energía inicial 137 Joules) ⁽ⁱⁱⁱ⁾ y 6 cadáveres de conejos con proyectiles (AC) ^(iv) de calibre .177 de plomo, con un peso de 0,471 g, (Velocidad de 110 m/s y Energía inicial de 2,85 Joules). ¹

Estos conejos fueron utilizados previamente en docencia quirúrgica, los mismos fueron anestesiados para realización de las practicas docentes de acuerdo a la técnica de Flecknell que consiste en la administración de 5 mg/kg i/m de Xilacina ^(v) al 2% y 35 mg/kg de Ketamina ^(vi) al 5% con mantenimiento endovenoso de Tiopental sódico al 1,25%. Y sacrificados, por sobredosis de Tiopental sódico ^(vii), 20 minutos antes de su traslado al campo de tiro.

Para estos ensayos fue diseñado un dispositivo por parte del Instituto de Ensayos de Materiales, Facultad de Ingeniería (UDELAR). El mismo, tuvo el cometido de suspender los cadáveres, en una posición que eliminó las interferencias por apoyo de los cuerpos contra la pared de contención, lo que permitió la simulación de los efectos hidráulicos y mecánicos provocados por el impacto de un proyectil. (Fig. N° 9)

¹ Proyectil FB®, Fabricaciones Militares Argentinas, Fray Luis Beltran. Argentina. ⁽ⁱ⁾ Balanza eltra cs 800 Origen Alemania ⁽ⁱⁱ⁾ Cronógrafo, CHRONY GAMMA, modelo OCSCBMC, Fabricado Shooting chrony UK ⁽ⁱⁱⁱ⁾ Gamo®, España. ^(iv) Xilacina, Ketamina Köning, Argentina. ^(v, vi) Tiopental, Phs®, Pharmaservice. Uruguay. Bajo licencia. ^(vii) Rifle TOZ®, modelo Vostok, Moscú, URSS. ^(viii) Rifle Sea Lion, modelo B1, Shanghai, China. ^(ix)

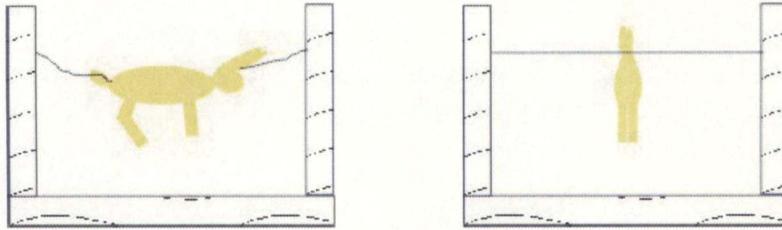


Fig. N° 9 – Esquema del dispositivo de suspensión de los cadáveres

Todos los disparos en este ensayo tuvieron un ángulo de $6,65^\circ$ el cual fue escogido y determinado para simular una incidencia, disparando de pie contra un objetivo en tierra, a distancias de 15 m y se realizaron en las instalaciones del Club Uruguayo de Tiro.

En la Fig. N° 10 se muestra la relación entre el lado opuesto / lado adyacente = tangente α . Siendo $1,75/15=0,116$, $\text{tg}\alpha 0,116 = 6,65^\circ$

Para la relación de la distancia de tiro de 15 m el ángulo es de $6,65^\circ$.

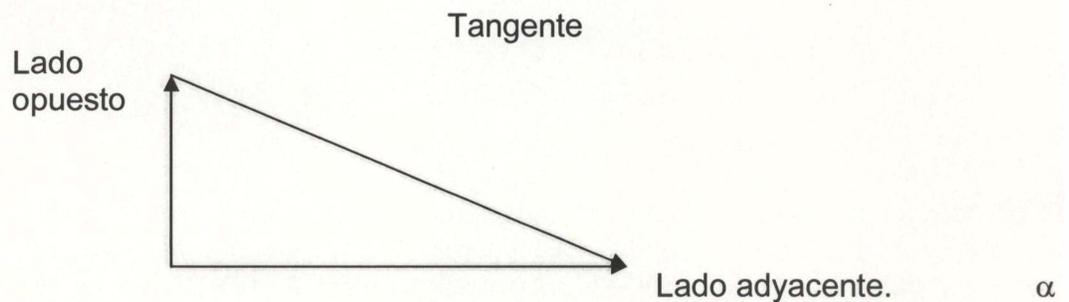


Fig. N° 10 – Graficación trigonométrica del ángulo de tiro utilizado

Los disparos para el .22 Rimfire (LV) (velocidad inicial 325 m/s), fueron realizados desde un rifle marca TOZ® (viii), y para el .177 (AC) (110 m/s velocidad inicial), fueron hechos desde un rifle marca SEA LION® (ix), con planta de poder de (AC) activada por resorte y pistón.

La acción de apuntar en los blancos se realizó utilizando miras abiertas, alineando la mira frontal (guión) con la mira trasera (alza) y el punto previamente fijado en el objetivo.

Los disparos para cada grupo de cadáveres fueron sobre el flanco derecho (escogiéndose para estudio en forma arbitraria); el primero en región torácica, el segundo en región abdominal y el tercero en los miembros posteriores.

Se hicieron necropsias y estudios anatomo patológicos, para describir las lesiones producidas.

Para la realización del presente estudio se contó con la aprobación de la Comisión Honoraria de Experimentación Animal de la Facultad de Veterinaria (Expte. N° 6288/0401/04).

5. RESULTADOS

Mediante las necropsias se determinó que la munición .22 Rimfire (LV) dejó un orificio de entrada (OE) y orificio de salida (OS) mientras que los disparos producidos por .177 (AC), solo presentaron (OE), quedando el proyectil alojado en el subcutáneo del lado opuesto al (OE).

El (OE) para el proyectil Rimfire .22 (LV) fue de 5 mm. El (OS) para el mismo proyectil fue de 7 mm. (Fig. 11 A y B)

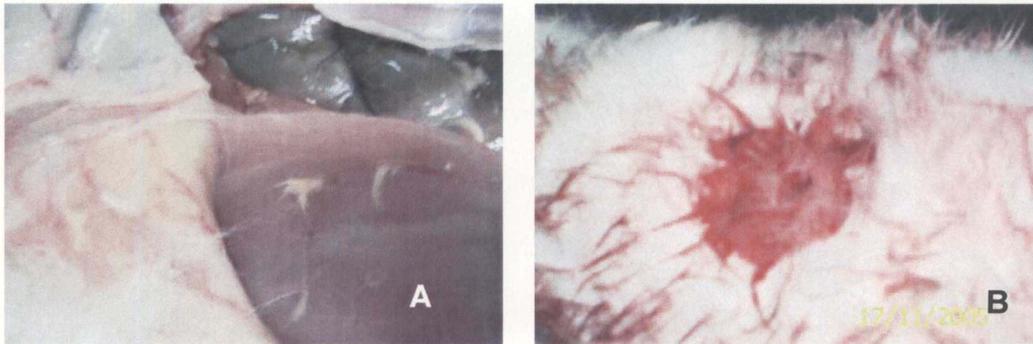


Fig. Nº 11 A y B

En todas las pruebas efectuadas se observó arrastre de pelos hacia los planos profundos y para la munición .22 Rimfire (LV) se registró un edema pronunciado, siendo este último menor para las heridas producidas por el proyectil .177 (AC).

Los disparos producidos con la munición .22 Rimfire (LV) sobre miembros posteriores en región femoral, produjeron fracturas de tipo fragmentario en huesos femorales en cada miembro (derecho e izquierdo), observándose en algunos casos arrancamiento del periostio, no resultando lo mismo cuando el calibre usado fue el .177 (AC). (Fig. 12 A,B y C).

En el caso de los disparos realizados desde el rifle calibre .177 (AC), no logró la ruptura de huesos largos, tanto fémur como tibia, pero se observó que puede producir daños en estas regiones, ya que puede alcanzar elementos vasculares y producir hemorragias o daños en nervios. En la Fig. 12 D, se muestra uno de estos impactos sobre una vena del muslo.

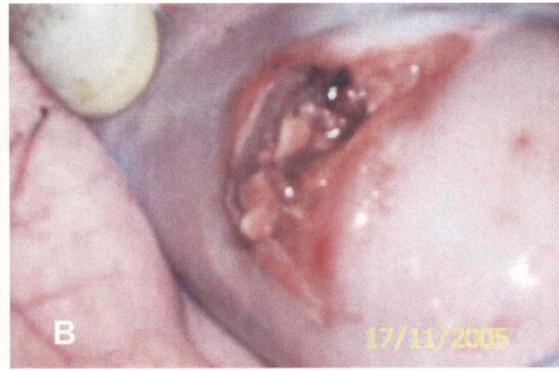


Fig. N° 12 A y B



Fig. N° 12 C y D

En cavidad abdominal las lesiones para .22 (LV) se halló derrames de contenido gastro intestinal con compromiso muy importante del peritoneo.

Esto también fue observado para la munición .177 (AC), con salida de contenido visceral. (Fig. N° 13 A), mientras que en tórax las lesiones correspondieron a derrames de los grandes vasos con perforaciones en pleura, mediastino y corazón, para cada uno de los tipos de munición estudiados. (Fig. N° 13 B y Fig. N° 14).

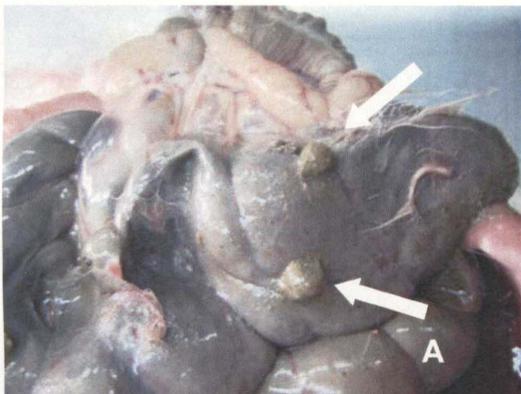


Fig. N° 13 A

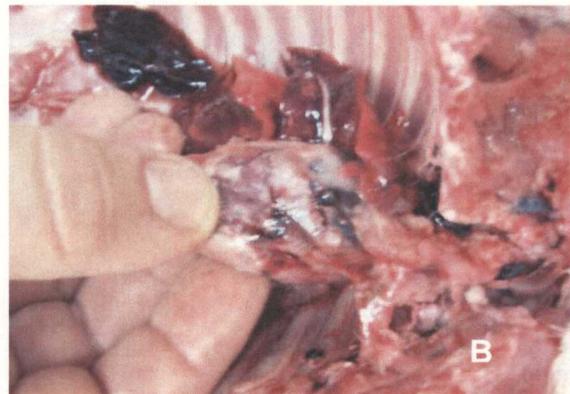


Fig. N° 13 B

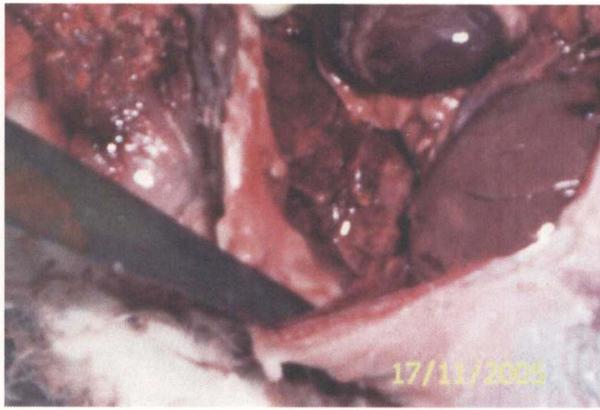


Fig. N° 14

Los órganos abdominales impactados fueron intestino, ciego, vejiga urinaria e hígado sufriendo perforaciones en varias secciones, encontrándose en algunos casos el proyectil .177 AC contenido y retenido por los mesos intestinales. (Fig. N° 15).

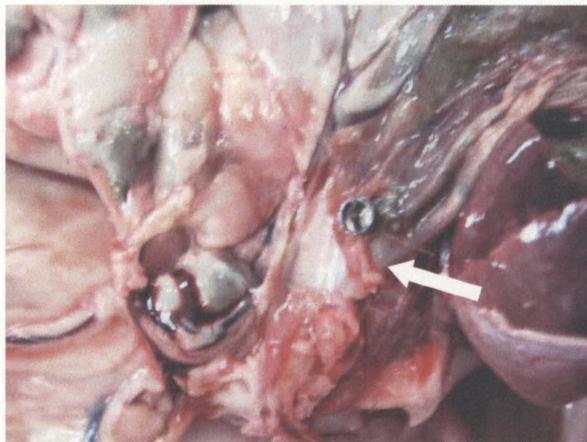


Fig. N° 15

En uno de los disparos, efectuado con proyectil .177 (AC), el mismo impactó sobre el abdomen, en la zona de proyección del diafragma, se encontró contenido gastrointestinal que fue expulsado hacia la cavidad torácica, a través de la cavidad labrada por el proyectil.

En otro de los disparos, realizado con el mismo tipo de proyectil .177 (AC) se encontró una trayectoria tangencial en el hígado, en donde se muestra la lesión de cavidad permanente que produce este tipo de munición por su baja velocidad y en donde pueden apreciarse el labrado producido por el efecto de rotación y el efecto de aserrado de las estrías impresas en su superficie lateral. (Fig. N° 16)

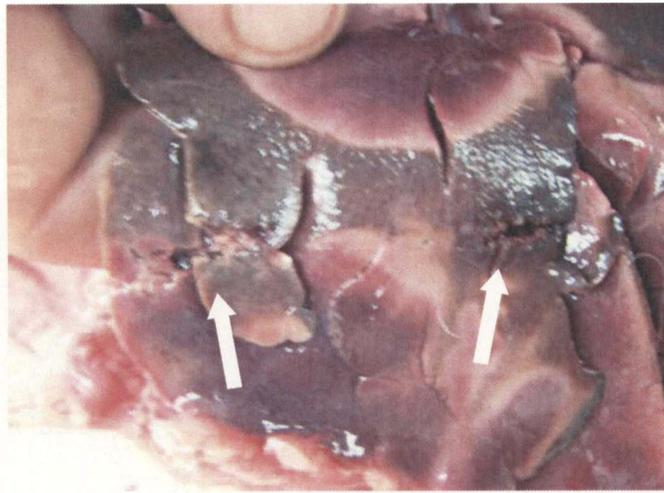


Fig. Nº 16



En los estudios histopatológicos, se evidenciaron los efectos íntimos producidos por el pasaje del proyectil .22 Rimfire LV sobre las masas musculares, en donde se produjo arrancamiento de fascículos en el sentido de la trayectoria del disparo. (Fig. Nº 17 y Fig. Nº 18)

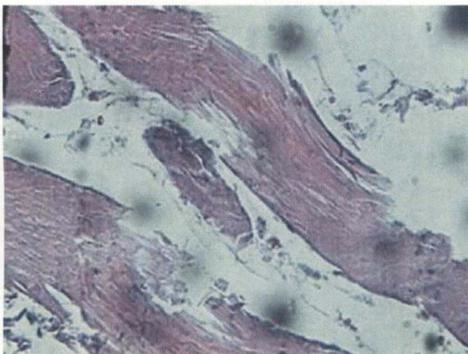


Fig. Nº 17

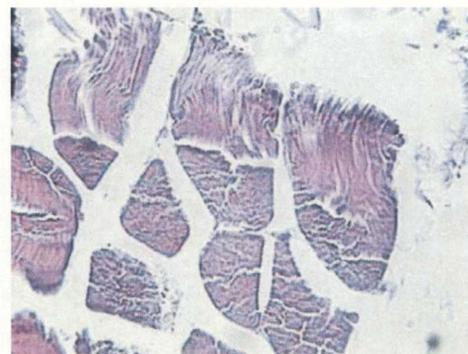


Fig. Nº 18

6. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se encontró que el proyectil .177 (AC) con velocidades iniciales de 110 m/s a 16 metros, produjo lesiones de gravedad.

Esto está descrito por la bibliografía, pero para velocidades iniciales de 120 m/s en adelante, con energías superiores a 5 Joules y tipos de proyectiles de acero con baño de cobre balines BB de alta penetración. (Allaria, 2001; Bond y col.,1996; Di Maio, 1982; Dittmann, 1986; Duran Perello, (2006); Ford, y col.1990)

Tal como ya se expuso, la penetración en los proyectiles, esta dada por la carga y su masa, lo que a su vez esta relacionado con la velocidad y la energía. (Fernández , 1964; Miner, 1986).

Para determinar la penetración de un proyectil se multiplica una constante (K) por el peso (P), dividido por el calibre del proyectil (C) . Esto nos da una idea de la penetración del mismo. (Fernández, 1964)

$$\text{Ecuación} = K \times P / C$$

El efecto, conocido como "choque hidráulico" es el producido por los proyectiles, al penetrar y chocar contra un cuerpo que contiene fluidos. Este genera, tal como ya se describió en la sección 3.3, una onda de presión que acompañan al proyectil como la "cola de un cometa" generando pulsaciones sobre los tejidos lo que ocasiona su destrucción tardía. El grado de este daño está en relación con la potencia, velocidad, masa y energía de los proyectiles (Fernández, 1964; Franz, 1941; Miner, y col. 1986; Pavletic, 1996)

Lo anterior es un efecto que a las velocidades del presente trabajo de tesis, no puede presentarse pero el tipo de lesiones traumáticas obtenidas para uno u otro tipo de proyectil comparado (.22 Rimfire LV y .177 AC) indistintamente, suponen un tipo de daño proporcional a su energía.

Para los proyectiles .177 (AC), la bibliografía describe pérdida de potencia a distancias mayores a los 20 m, en los cuales pueden quedar alojados en planos subcutáneo y muscular, pero para distancias entre los 10 m y los 20 m se han hallado penetraciones de cavidades corporales. (Kettner, 2006; Miner, y col. 1986).

En los resultados obtenidos a distancias de 16 m, es decir en el rango de distancia de la bibliografía, pero con velocidades de 110 m/s en vez de los mínimos de 120 m/s a los que esta está referida, las penetraciones en cavidad fueron completas alojándose en distintas partes del lado opuesto a donde penetró, siendo absorbida toda su energía, lo que se evidencia en la retención de este tipo de proyectiles.

Los proyectiles que chocan contra huesos largos (fémur, tibia etc.), en forma tangencial provocan fracturas oblicuas, transversales, en espiral y en forma de surco. Los que chocan contra la superficie del hueso según su ángulo sea más o menos obtuso dan fracturas irregulares. (Franz, 1941; Fernández, 1964)

Este efecto fue reproducido por los impactos con munición .22 Rimfire (LV) pero no se produjo con la munición .177 (AC)

Se ha descrito en la bibliografía penetraciones en huesos planos tales como los del cráneo, tanto en seres humanos como en animales, producidas con proyectiles .177 (AC). (Kraljevic,1993; Miner y col. 1986; Quatrehomme, 2003)

El arrastre de pelos hacia dentro de las heridas, se produce por otro efecto balístico asociado a la potencia, que se conoce como “cavitación”, el cual produce una presión negativa por detrás del proyectil que succiona materiales desde la superficie hacia el interior de los tejidos. (Fernández, 1964; Miner y col. 1986). Como se explicó en la sección 3.3, es un efecto generalmente asociado a proyectiles de mayor velocidad y potencia, pero igualmente se produce un “efecto de succión” con cualquier proyectil durante su penetración al generarse una presión negativa por detrás de este en su penetración. (Fernández, 1964).

Este efecto se produce igual para el .177 (AC) como para el .22 Rimfire (LV) siendo el choque hidráulico, para el caso de proyectiles de mayor potencia o el simple arrastre de detritos tisulares, el responsable de que los (OS) tengan un diámetro mayor que los (OE) para el .22 Rimfire (LV), que al desprender tejidos, explica el incremento de diámetro hallado en los mismos, pues no solamente pasa el proyectil, en caso de atravesar el cuerpo, sino también lo hacen los restos movilizados tras el arrancamiento. (Fernández, 1964; Miner y col. 1986).

Los diámetros de estos orificios, contrario a lo que podría pensarse, no pueden ser utilizados para diagnosticar el calibre del proyectil debido a la elasticidad y retracción natural de las fibras elásticas presentes en los tejidos, aunque si pueden diferenciarse por sus características anatómo patológicas, entre orificios de entrada (OS) y orificios de salida (OE), lo cual tiene una relevancia desde el punto de vista forense (Fernández, 1964)

En el caso de los proyectiles .177 (AC), su potencia al ser absorbida por los cuerpos permite que queden alojados en varios lugares (subcutáneo, mesos abdominales y músculo) lo cual puede tener otro tipo de consecuencias, tales como la penetración en vasos sanguíneos, produciendo oclusiones o trombosis (Kettner, 2006)

Esto también ha sido observado con proyectiles propulsados con pólvora, si bien la bibliografía consultada no se menciona su calibre, debido a que es la descripción imagenológica de un caso clínico reportado, por lo que no se pudieron obtener mediciones exactas que determinaran su calibre. (Habdank, 2003)



7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos afirmar que el proyectil .177 (AC) produjo heridas en Tórax con relevancia desde el punto de vista anatómico patológico.

Si bien tuvo un menor intensidad traumática respecto al proyectil .22 Rimfire (LV), presentaron similares características (arrastre de pelos y restos de tejidos) con la excepción que debido a su velocidad y masa ninguno de los proyectiles .177 (AC) atravesaron los cuerpos (solo registraron OE), si lo hicieron los .22 Rimfire (LV).

Con respecto a los disparos en abdomen podemos afirmar que, las heridas producidas por proyectiles de calibre .22 Rimfire (LV) y los proyectiles de calibre .177 (AC) presentaron características balísticas similares y éste último fue capaz de desarrollar efectos letales o lesiones graves en animales del tamaño de los utilizados en el presente trabajo, y a la velocidad de 110 m/s en la distancia de 16 metros.

Después de los ensayos realizados podemos afirmar que se encontró que el proyectil .22 Rimfire (LV) es capaz de fracturar huesos largos, lo cual no se produjo para el .177 (AC) estudiado.

8. BIBLIOGRAFIA

- 1) Allaria, A. (2001) Accidentes del hogar: trauma penetrante de cuello por proyectil de aire comprimido. Archivos Argentinos de Pediatría; 99:2
- 2) Bond, Sheldon, J. et al. (1996) Air-powered Guns: Too much to be a toy. Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care; 41 (4) : 674-678.
- 3) Di Maio, V. (1982) Minimal velocities necessary for perforation of skin by air gun pellets and bullets. Journal of Forensic Sciences. 27; (4):894-898.
- 4) Dittmann, W. (1986) Gunshot injuries of the brain caused by air pressure guns. Zentrum.Rechtsmedizin; 96:119 -131.
- 5) Durán Perelló, M. (05/06/2006) Bolas calibradas y BB's en <http://www.galeon.com/todoaire/balines/bolas.htm>
- 6) Fernández, G. J. (1964) Los Proyectiles y sus efectos. Centro Militar, Montevideo-Uruguay,
- 7) Franz, C. (1941) Cirugía de Guerra. Berlín – Alemania. Acribia.
- 8) Ford, E. G. et al (1990) It may be more significant than you think: BB air rifle injury to a child's head. Pediatric Emergency Care; (6): 278-279

- 9) Habdank, Krzystof, B.A.; Nolan, R. (2003) – Gunshot wound to the Thorax with bullet embolization to the external carotid artery. *Journal of Thoracic. Imaging* 18, (1):42-44.
- 10) Kettner, F. (2006) Aortic foreign body (airgun pellet) embolism in a cat. *Journal of Small Animal Practice.* (47):221-225.
- 11) Kraljevic. P. (1993) *Animals Victims of Croatian homeland war.* Zagreb-Croacia. Facultad de Veterinaria de Zagreb. Página 60 al 85.
- 12) Miner, M.E. et al. (1986) Intracranial penetration due to BB air rifle injuries. *Neurosurgery* 19 (6):952-954
- 13) Pavletic, M. (1996) Gunshot Wound Management. *Compendium of Continuing Education.* (12):1285-1299.
- 14) Quatrehomme, G. (1998) Analysis of bevelling in gunshot entrance wounds. *Forensic Science International* 22; (93):45-60.
- 15) Real Decreto N° 137/1993 – Regulación de uso y tenencia de armas de aire comprimido.
- 16) Stott, C. (2005) Balín como cuerpo extraño en cavidades paranasales. *Revista de .Otorrinolaringología y Cirugía Cabeza y Cuello,* (65):139-143.

9. ANEXO

En esta sección se ilustra las diferencias de penetración entre el proyectil .22 Rimfire LV y el proyectil .177 AC, en sendos disparos realizados sobre barras de jabón. Esta es una de las pruebas utilizadas para evidenciar la penetración y otros efectos sobre modelos, sobre los que luego y tras su captura en vídeo, permiten la simulación computarizada.

También se utilizan para este tipo de pruebas, impactos sobre gelatina balística, la cual tiene una consistencia similar al del tejido humano, pudiendo moldearse sobre órganos y tejidos, simulando el cuerpo. De todas formas es una aproximación al daño real y sirve solo a los efectos ilustrativos y de orientación. En ambas fotografías, la flecha indica el punto en donde ingresaron los proyectiles. Nótese que en el caso del .177 AC la penetración fue de apenas 3 centímetros y en el caso del proyectil .22 Rimfire LV atravesó totalmente la barra de jabón mostrando el canal abierto y la impresión de las estrías debido al movimiento rotatorio del proyectil, lo que resultó ser muy similar a lo mostrado en la tesis, en su Fig. N° 16, para el proyectil .177 AC en una incidencia tangencial en el hígado.

27684

