

## 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 (Wounds produces by fire projectils caliber .22 low velocity and air compressed caliber.177 on right side of fresh dead rabbits. a trial study)

**Bimonte, D.:** Facultad de Veterinaria (UDELAR) Técnica Quirúrgica, [dbimonte@fvet.edu.uy](mailto:dbimonte@fvet.edu.uy), **DIAGO | Vedovatti, E.:** Facultad de Veterinaria (UDELAR) Técnica Quirúrgica | **Pacheco, J.:** Facultad de Veterinaria (UDELAR) Patología Estructural y Funcional | **Arredondo, C.:** Facultad de Veterinaria (UDELAR) Patología Estructural y Funcional

---

### Resumen

El objetivo del trabajo fue comparar, los efectos de proyectiles .177 Aire comprimido (AC), y .22 Rimfire Baja Velocidad (LV) sobre tejidos óseos y musculares, utilizando n=12 cadáveres frescos de conejos de 3 kilogramos de peso, (*Oryctolagus cuniculus*) híbridos Línea Genética Verde divididos en dos grupos: (n=6 para .22 Rimfire (LV), peso 2,68 gramos velocidad inicial de 325 m/s y energía inicial 137 Julios y n=6 para .177 AC peso de 0,475 gramos, velocidad de 138 m/s y Energía inicial de 4,54 Julios).;suspensidos para simular condiciones reales de impacto. El diseño experimental fue aprobado por Comisión de Bioética, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ensayo de penetración realizados en el Club Uruguayo de Tiro. A la necropsia se describieron 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 halló que los disparos producidos por munición. 22 Rimfire (LV) producían fracturas de huesos largos mientras que para el calibre .177 (AC) usado no se registraron fracturas. Los hallazgos en órganos viscerales (torácicos y abdominales) fueron letales para cualquiera de los dos tipos de munición disparada a 16 m. Solo en el caso de la munición .177 (AC) se encontraron los proyectiles alojados en pared del flanco opuesto al del ingreso. El proyectil .22 Rimfire (LV)

traspasa ambos flancos. Ambos tipos de proyectiles disparados a una distancia de 16 metros, son capaces de producir lesiones letales.

**Palabras claves:** heridas | proyectiles | penetracion | balas | balines

---

## Abstract

The objective of this paper was to make a comparison the effects produced by projectiles .177 Air compressed (AC) and .22 Rimfire Low velocity (LV) on muscular and osseous tissues, using n=12 recently dead rabbit 3 kilogramos of weight, (*Oryctolagus cuniculus*) hybrid Green genetical line divided in two groups: (n=6 for .22 Rimfire (LV), weight 2,68 grams, initial velocity 325 m/s y initial energy 137 Joules and n=6 for .177 AC weight 0,475 grams, initial velocity 138 m/s and initial energy 4,54 Joules).; ,supported for simulation of real impact conditions. This experimentally design was approved by the Bioethical Committee of Veterinary Faculty. Universidad de la República, Uruguay. Penetration test were done at Club Uruguayo de Tiro. At necropsy injuries on muscles, osseous tissues, and cavitary organs; and the caracteritics of entrance holes (OE) and exit holes (OS), for each type off ammunition and propulsión system, were done. There was evidence, that firing with .22 Rimfire (LV) ammunition produce long bones fractures, and when firing .177 (AC) air compressed propulsion used, it´s didn´t produce any bone fracture. The injuries in viscerally organs (thoracic and abdominals) were lethal for both types of ammunition fired at 16 meters. Only with .177 ammunition (AC), there were projectiles retained in the opposite flank related to the input side. The projectile .22 Rimfire (LV) the body penetration is complete in both flank. The two types of ammunition fired to 16 meters, had the capability to produce lethal injuries.

**Keywords:** INJURIES | PROJETILS | PENETRATION | BULLET | PELLET

---

## Introducción

Las armas de fuego, han sido descritas entre las causas posibles de heridas en pequeños animales (Pavletic, 1996). El calibre .22 (veintidós décimas de pulgada) de diámetro de percusión anular (Rimfire), representa el mas extendido por su precisión y el costo accesible de su munición (Fernández, 1964; Pavletic, 1996).

Este tipo de proyectil, se presenta en tres tipos de velocidad (baja: 325 a 347 m/s estándar: 347 a 407 m/s y alta: 407 a 416 m/s aproximadamente) y está comprobado su poder letal, tras alcanzar órganos vitales. El análisis de las heridas provocadas por los proyectiles tiene una importancia diagnóstica desde el punto de vista forense; sin embargo su recorrido interno a través los tejidos, puede sufrir desviaciones en su trayectoria, debida por ejemplo, a impactos sobre estructuras óseas y por lo tanto no puede ser usado para concluir con certeza la dirección desde donde provino el disparo (Fernández, 1964; Quatrehomme & Iscan, 1998)

Para el rifle de aire comprimido con munición de plomo de calibre .177, el cual generalmente es considerado como inofensivo, existe información en medicina humana, de heridas provocadas por este tipo de arma; a la que consideran poseedora de un poder letal similar a armas de fuego de baja velocidad y por lo tanto desestiman su peligrosidad, la cual puede en casos no mortales, dejar algún tipo de secuelas.(Bond et al, 1996; Dittmann, 2006; Ford et al, 1990; Miner, 1986; Stott et al, 2005)

Se han descrito casos de gatos con embolización vascular de balines tipo BB (núcleo de acero cobreado) tras la penetración <sup>(10)</sup> existiendo además información para cada uno de los medios de propulsión de proyectiles usados en este trabajo (Duran, 2009; Fernández, 1964; Franz, 1941; Pavletic, 1996).

La hipótesis consistió en determinar si las heridas por proyectiles calibre .22 Rimfire de baja velocidad (LV) y proyectiles de plomo de calibre .177 propulsados por aire comprimido (AC), presentan características balísticas similares comparando heridas en tórax, abdomen y miembros anteriores y posteriores, utilizando una incidencia lateral sobre el flanco derecho elegido arbitrariamente para este estudio.

## **Materiales y métodos**

Se impactaron n=12 cadáveres de conejos (*Oryctolagus cuniculus*), inmediatamente tras su sacrificio, híbridos Línea Genética Verde producidos en el INIA<sup>1</sup> "La Brujas". De 3 meses de edad y 3 Kg. de peso; (n=6) con proyectiles FB Fray Luis Beltran®, Argentina .22 Rimfire (LV) de plomo con un peso de 2,6 g (Velocidad inicial de 325 m/s y Energía inicial 137 Julios) y (n=6) cadáveres de conejos con proyectiles propulsados por aire comprimido (AC) Gamo® modelo Pro Magnum, España de calibre .177 de plomo, con un peso de 0,475 g, (Velocidad de 138 m/s y Energía inicial de 4,54 Julios).

Las velocidades iniciales fueron medidas con un cronógrafo, marca CHRONY Gamma ® Modelo OCSC BMC, fabricado por Shooting Chrony UK. Las pesadas de los proyectiles se realizaron con una balanza ELTRA® CS 800, origen Alemania.

---

<sup>1</sup> INIA: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay

Estos conejos fueron utilizados previamente en docencia quirúrgica. Los mismos fueron anestesiados por, administración de Xilacina 2% (König® Argentina) 5mg/kg I/M y 35 mg/kg de Ketamina 5% (Unimedical ® Uruguay) y mantenimiento endovenoso con Tiopental sódico (CRUSURVET ® Pharmaservice Uruguay).

Posteriormente fueron eutanasiados por sobredosis de Tiopental sódico, al momento de su traslado a las instalaciones del Club Uruguayo de Tiro (situado a menos de un kilómetro de la Facultad de Veterinaria). Todos los impactos se efectuaron dentro de los 15 minutos tras la eutanasia, mediante una planificación eficiente del transporte hacia el polígono de tiro.

Para la fijación de los cuerpos, se diseñó un dispositivo en el Instituto de Ensayos de Materiales, Facultad de Ingeniería (UDELAR)<sup>2</sup> para suspender los cadáveres de las orejas y de la cola en un bastidor flexible que eliminó la interferencia al impacto derivada de la sujeción, permitiendo el balanceo del cuerpo con el mismo.

Todos los disparos en este ensayo, para cada tipo de arma, tuvieron un ángulo de 6,65° el cual fue escogido y determinado para simular una incidencia, disparando de pie contra un objetivo en tierra, a distancias de 16 m y desde la altura media de un ser humano (1,70 m).

Se seleccionó el flanco derecho de forma arbitraria y para acotar el alcance del estudio, impactándose con cada tipo de arma, primero en tórax, seguido sobre el abdomen y culminando en los miembros posteriores. La distancia fue elegida para garantizar la obtención de los impactos, teniendo en cuenta que se utilizaron miras abiertas no telescópicas.

Las condiciones en que se realizó el ensayo fueron de clima templado y los niveles de temperatura ambiente y humedad relativa fueron de 21° C y de 78% respectivamente, en un recinto a resguardo de corrientes de aire que pudieran afectar el vuelo de los proyectiles hacia los blancos.

Los disparos para el .22 Rimfire (LV), fueron realizados desde un rifle marca TOZ®, Modelo Vostok de cerrojo fabricado en la ex – U.R.S.S. y para el .177 (AC) fueron hechos desde un rifle marca SEA LION® modelo B1 de procedencia China, con planta de poder de aire comprimido activada por resorte y pistón.

Se realizó un estudio descriptivo de las lesiones producidas desde el punto de vista anatómico patológico e histopatológico mediante la técnica de Hematoxilina y Eosina. El mismo fue realizado en la Sala de Necropsias del Área de Patología Morfológica y Funcional, de la Facultad de Veterinaria de la UDELAR.

---

<sup>2</sup> UDELAR: Universidad de la República Oriental del Uruguay

El presente estudio fue aprobado por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal de la Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

## Resultados

A la necropsia se determinó que todos los disparos realizados con la munición .22 Rimfire (LV) dejaron orificios de entrada (OE) y de salida (OS) mientras que los disparos producidos por .177 (AC), solo presentaron (OE), quedando los referidos proyectiles alojados en el subcutáneo del flanco opuesto al (OE). Para el proyectil Rimfire .22 (LV) el (OE) fue de 5 mm mientras que el (OS) para el mismo proyectil fue de 7 mm en valores promedio.

En todas las pruebas efectuadas y para los dos tipos de proyectiles empleados, se observó arrastre de pelos hacia los planos profundos (Fig. 1 A y B). Para la munición .22 Rimfire (LV) se observó efusión de líquidos tisulares y sangre remanente no coagulada todavía, desde los tejidos, órganos y vasos sanguíneos hacia las cavidades corporales, siendo este último de menor volumen para las heridas producidas por el proyectil .177 (AC) .



Fig. 1

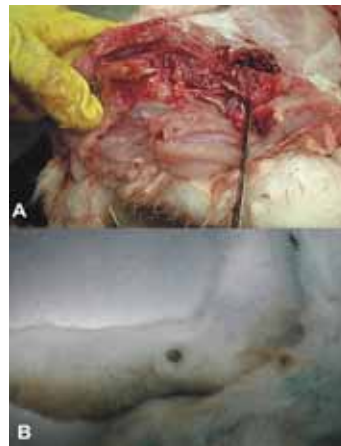


Fig. 2

Todos los disparos producidos con la munición .22 Rimfire (LV) sobre miembros posteriores en región femoral y tibial, produjeron fracturas de tipo fragmentario en ambos miembros posteriores (derecho e izquierdo), observándose en algunos casos arrancamiento del periostio (Fig. 2 A), lo que no fue observado en ninguno de los disparos realizados el calibre .177 (AC), quedando los mismos alojados en piel y planos superficiales sin daño óseo macroscópico (Fig. 2 B).

En cavidad abdominal las lesiones para .22 (LV) se halló derrames de contenido gastrointestinal con compromiso muy importante de peritoneo y vísceras abdominales.

Esto también fue observado en menor cuantía para la munición .177 (AC), con salida de contenido visceral. (Fig. 3 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: .177 (AC) (Fig. 3 B y 4 B); .22 (LV) (Fig. 4 A)

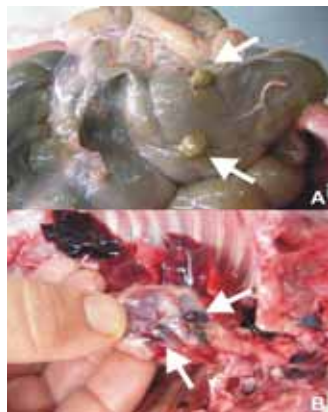


Fig. 3

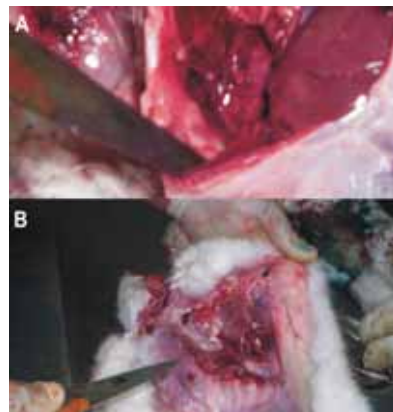


Fig. 4

Los órganos abdominales impactados fueron intestino, ciego, vejiga urinaria e hígado sufriendo perforaciones en varias secciones, encontrándose en alguna de las autopsias al proyectil .177 AC retenido por los mesos intestinales. (Fig. 5).



Fig. 5

En uno de los cadáveres impactados con proyectil .177 (AC), en la zona de proyección del diafragma, se encontró contenido gastro intestinal expulsado hacia la cavidad torácica.

A nivel histopatológico, se encontraron similitudes de las lesiones para .22 LV y .177 AC, teniendo el primero de los nombrados, un efecto mas marcado debido a su

mayor energía. En las Figuras 6, 7 y 8 se muestra a distintos aumentos, el daño producido por el proyectil .22 LV en donde se puede apreciar el desprendimiento de fibrillas musculares y los daños producidos por la cesión de energía desde el proyectil hacia los tejidos durante el pasaje a través de los mismos.

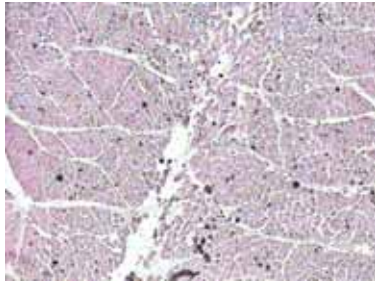


Fig. 6

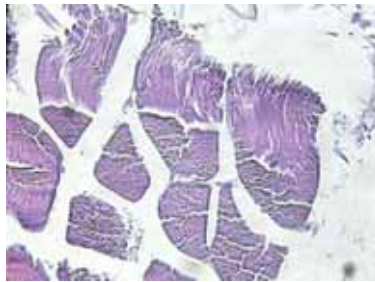


Fig. 7



Fig. 8

## Discusión

En el presente trabajo se encontró que el proyectil .177 (AC), de plomo sólido con velocidades iniciales de 138 m/s y una energía inicial de 4,54 Julios, a 16 metros, produjo lesiones capaces de producir la muerte en caso de tratarse de animales vivos, si los mismos fueran impactados por este tipo de proyectil en las condiciones en que se realizó el estudio.

Esto está descrito por la bibliografía, pero para velocidades iniciales mayores, con energías superiores a 6 Julios con munición de plomo y proyectiles de acero cobreado (conocidos como: balines BB) de alta penetración (Allaria et al. 2001; Bond et al, 1996; Dimaio, 2004; Dittmann, 2006; Duran, 2009; Ford et al, 1990; Pavletic, 1996).

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 que los mismos desarrollan (Fernández, 1964; Pavletic, 1996).

Un efecto, conocido como “efecto hidráulico” es el producido por los proyectiles, al penetrar y chocar contra un cuerpo que contiene fluidos. Este genera una onda de presión que acompañan al proyectil como la “cola de un cometa” generando ondas de presión 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; Pavletic, 1996; Quatrehomme & Iscan, 1998)

La presencia de extravasación de líquidos tisulares, sangre aún sin coagular, y el grado de traumatismo observado a la histopatología alrededor del orificio de trayectoria, para uno u otro tipo de proyectil comparado (.22 Rimfire LV y .177 AC) indistintamente, puede considerarse como una manifestación de este efecto.

Para los proyectiles .177 (AC), se han descrito velocidades mínimas requeridas para la penetración de la piel humana, las cuales se sitúan entre 46 y 61 m/s, no así para piel de animales, asimismo se han hallado penetraciones de cavidades corporales con proyectiles BB de núcleo de acero cobreado, las que tienen una gran penetración y son muy proclives a rebotes con energía remanente suficiente como para dañar cristales (Dimaio, 2004; Ford et al, 1990; Kettner, 2006; Pavletic, 1996).

Los proyectiles que chocan contra huesos largos 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).

El daño óseo (fracturas) fue obtenido por los impactos con munición .22 Rimfire (LV) pero no se produjo con la munición .177 (AC) (Franz, 1941; Fernandez, 1964). 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) (Miner et al , 1986; Pavletic, 1996; Stott et al, 2005).

El arrastre de pelos hacia dentro de las heridas, se produce por otro efecto balístico asociado a la potencia y a las ondas de presión del efecto hidráulico, que se conoce como "cavitación", el cual produce debido a una rápida expansión de los tejidos por compresión hidráulica hacia delante y lateral del trayecto del proyectil, la cual ejerce una presión negativa por detrás del proyectil que succiona materiales desde la superficie hacia el interior de los tejidos (Fernández, 1964; Pavletic, 1996).

Estos dos efectos balísticos se producen igual para el .177 (AC) y el .22 Rimfire (LV) siendo probablemente el choque hidráulico, el responsable de que los (OS) tengan un diámetro mayor que los (OE) para el .22 Rimfire (LV), al desprender y arrastrar restos de tejidos que se proyectan por inercia hacia delante siguiendo el movimiento del proyectil, tal como puede observarse en las Fig. 6, 7 y 8) (Fernández, 1964; Pavletic, 1996).

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 los tejidos. (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). También puede producirse la penetración en vasos sanguíneos, produciendo oclusiones, trombosis e infartos por embolización (Kettner, 2006).

Esto también ha sido observado con proyectiles propulsados con pólvora, si bien en 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 et al, 2003).

### **Conclusiones.**

Dentro de los márgenes de los ensayos realizados podemos afirmar que se encontró que el proyectil .22 Rimfire (LV) es capaz de dañar huesos. Lo cual no fue así para el .177 (AC) estudiado.

Respecto a lesiones en órganos internos, la munición .177 (AC), tuvo características anatomo-patológicas similares aunque mas discretos a la observación, derivados de tener una masa, velocidad y energía menor si lo comparamos con la del proyectil .22 Rimfire (LV).

Desde el punto de vista balístico y forense 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).

De los resultados obtenidos podemos afirmar que, las heridas producidas por proyectiles de calibre .22 Rimfire (LV) y los proyectiles de calibre .177 (AC) utilizados, presentaron comportamientos balísticos similares y éste último fue capaz de desarrollar efectos letales o lesiones graves en animales del tamaño de los utilizados en el presente trabajo.

### **Agradecimientos.**

Directiva del Club Uruguayo de Tiro. Por la facilitación de las instalaciones para realizar las pruebas balísticas.

Profesor Agregado. Dr. José Carlos Torquia. Centro Hospital Veterinario. Por el suministro de los cadáveres de conejos utilizados para los ensayos balísticos.

Perito Ing. Eduardo Deri e Ing. Civil Ramiro Rodríguez. Instituto de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería. UDELAR. Por asesoramiento técnico y diseño del soporte dinámico para los cuerpos.

Sr. Gerardo Dalmases <sup>(+)</sup> por el asesoramiento para el diseño de la prueba.

### **Bibliografía**

1) ALLARIA, A.; OTERO, E.; MOGUILLANSKY, S.; BOGLIONE, M.; CARNICER, H.; ALONSO, J.; FAELLA, H. (2001). Accidentes del hogar: trauma penetrante de cuello por proyectil de aire comprimido. Arch.argent.pediatr.99(2):135-139.

2) BOND, S.J.; SCHNIER, G.C.; MILLER, F.B. (1996) Air-powered Guns: Too Much to be a Toy. Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care 41 (4): 674-678.

- 3) DIMAIO V. (26/01/04). Minimal velocities necessary for perforation of skin by air gun pellets and bullets. Journal of forensic sciences. 1982 Vol.27; (4):894-898.
- 4) DITTMANN, W. (2006). Gunshot injuries of the brain caused by air pressure guns. Z. Rechtsmed. 1986; 96:119-31.
- 5) DURAN PERELLO, M. (28/04/2009). Bolas calibradas y BB's Disponible en URL: <http://www.galeon.com/todoaire/balines/bolas.htm>
- 6) FERNÁNDEZ, G. J. (1964). Los Proyectiles y sus efectos. Vol. 53 tomo 4. Centro Militar. Montevideo-Uruguay. Cap. 14-16.
- 7) FRANZ, C. (1941). Cirugía de Guerra. Berlín-Alemania. Editorial Acribia. Pag. 45-115.
- 8) FORD, E.G.; SENAC, M.O.; McGRATH. N. (1990). It may be more significant than you think: BB air rifle injury to a child's head. Pediatr. Emerg. Care. Dec, 6(4):278-279.
- 9) HABDANK, KRZYSTOF, B.A.; NOLAN, R. (2003). Gunshot wound to the Thorax with bullet embolization to the external carotid artery. Journ.of Thorac. Imaging. Vol. 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) MINER, M.E.; CABRERA, J.A.; FORD, E.; EWING-COBBS, L. AMLING, J. (1986). Intracranial penetration due to BB air rifle injuries Neurosurgery 19 (6):952-4.
- 12) PAVLETIC, M. (1996). Gunshot Wound Management. Cont. Educ. Vol. 18 (12):1285:1299.
- 13) QUATREHOMME, G.; ISCAN, M.Y. (1998). Análisis of beveling in gunshot entrance wounds. Forensic Sci int. 1998 Apr. 22; (93):45-60.
- 14) STOTT, C., ZUÑIGA, J.; ESQUIVEL, P.; ELGUETA, L. (2005). Balín como cuerpo extraño en cavidades paranasales. Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello, (65):139-143.

**REDVET: 2009 Vol. 10, Nº 9**

Recibido 28.04.09 - Ref. prov. MAY050902 – Revisado 29.06.09 – Aceptado 17.07.09  
Ref. def. 090911\_REDVET - Publicado: 15.09.09

Este artículo parte del trabajo de investigación de la Tesis de Grado defendida por el Dr. Ernesto Vedovatti, fue presentado en las V Jornadas Técnicas de la Facultad de Veterinaria, de la República Oriental del Uruguay, (UDELAR), en Noviembre 2007 y ahora está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090909.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090909/090911.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org)

<http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.veterinaria.org>