

59  
24



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

## EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA ELECTROESTIMULACION EN LA CICATRIZACION DE FRACTURAS TRANSVERSAS EN CONEJOS.



### T E S I S

Que para obtener el título de:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a :

**Ricardo Estrada González**

Asesores: M.V.Z. Héctor Zumano López  
M.V.Z. Ernesto López Infante



México, D. F.

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

1989



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 está 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.

## CONTENIDO

|                          | <u>Página</u> |
|--------------------------|---------------|
| RESUMEN .....            | 1             |
| INTRODUCCION .....       | 2             |
| MATERIAL Y METODOS ..... | 9             |
| RESULTADOS .....         | 13            |
| DISCUSION .....          | 14            |
| LITERATURA CITADA .....  | 16            |
| CUADROS .....            | 20            |

## RESUMEN

ESTRADA GONZALEZ, RICARDO. Evaluación de los efectos de la -- electroestimulación en la cicatrización de fracturas transversas en conejos (bajo la dirección de: Héctor Sumano López y - Ernesto López Infante).

Con el objeto de evaluar la electroestimulación en fracturas se utilizaron 20 conejos divididos en dos grupos de 10 animales cada uno; a) Grupo testigo y b) Grupo tratado con electroestimulación. Los conejos fueron anestesiados hasta el plano quirúrgico para provocarles una fractura transversa en la -- Ulna dos horas después de la recuperación de los animales se inició el tratamiento con electroestimulación durante 15 minutos por animal por día durante 10 días continuos. A los -- 12 días se dislocaron las ulnas fracturadas y fueron sometidas a una prueba de tensión para calcular la fuerza de cohesión y posteriormente se sometieron a un análisis histopatológico para evaluación de cantidad de fibrina, elementos sanguíneos, tamaño del callo, celularidad, cicatrización por regeneración y cicatrización por sustitución. Los resultados -- mostraron poca diferencia en tensión entre grupos ( $P > 0.05$ ), aunque al análisis histopatológico se observó un arreglo más simétrico del estroma óseo que hace pensar que se logró una cicatrización por regeneración.

## I N T R O D U C C I O N

La cicatrización de las heridas en Medicina Veterinaria representa uno de los trabajos clínicos que se presentan con más frecuencia y cuyos tratamientos aún representan un campo dinámico para la investigación (1,19). La tendencia de la investigación en la cicatrización de las heridas y consolidación de las fracturas busca la regeneración tisular más que la parte dañada (26). Esto implica una mayor síntesis de colágena en el área lesionada, ya sea hueso, piel, músculo, una mayor separación de los bordes de confluencia y una imagen estética superior (15,16). Se considera histológicamente una herida con cicatrización por regeneración aquella que presenta una elevada cantidad de colágena, en el caso de piel, que presente una reepitelización completa con aparición de folículos pilosos, glándulas sebáceas y en el caso de hueso de las trabéculas, del osteón (canales de Havers), periostio, laminillas y espículas óseas y la densidad de la colágena sean homogéneas con el resto del hueso (29).

No se puede precisar el momento histórico en el que se utilizó por primera vez una forma de electricidad para el tratamiento de enfermedades. Sin embargo, es factible decir que no es novedoso el enfoque ya que existen referencias desde 1927 - 1928 (31) publicándose sendos volúmenes de como utilizar la electricidad para el tratamiento de las enfermedades y se ha observado que la electroestimulación puede facilitar la regeneración de tejidos tales como, cartílago (5), hueso (14) heridas (31) e incluso se ha detectado sus efectos promitóticos a nivel celular (17). Más aún, se ha sugerido que la aplicación-

de corrientes eléctricas a heridas infectadas pueden promover su cicatrización. (6, 25).

En algunos informes se ha reportado que la electroestimulación disminuye la capacidad de cicatrización en caballos (22). Sin embargo, las diferencias entre los resultados obtenidos con electroestimulación se deben a las diferentes características de los estímulos. Al respecto la utilización de la electroestimulación en espiga con una frecuencia de 250 V, 60 Htz y 20 u Amps, fué implementada en el Departamento de Fisiología y Farmacología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la UNAM.

El hueso es un tejido dinámico que se renueva y remodela durante toda la vida de los mamíferos. Su organización es única, ya que proporciona la mayor resistencia a la tracción con la mínima cantidad de peso que cualquier otro tejido (30).

En el hueso se pueden encontrar cuatro diferentes tipos celulares pero de hecho tres de ellos no representan más que diversos momentos en el estado funcional del tejido óseo (30).

A) Células osteógenas u osteoprogenitoras: Se localiza en el exterior del hueso por debajo del periostio y recubriendo las cavidades medulares de los huesos (formando parte del endostio). Tiene la función de dar origen a cualquier otra célula del hueso (30).

Se multiplican por mitosis de ellas se convierten en osteoblastos que posteriormente serán osteocitos, algunas quedan como osteógenas. Son activas durante el período de crecimiento del hueso así como también en la reparación de las fracturas (30).

B) Osteoblasto: Se localiza inmediatamente abajo de la -  
 capa de células osteógenas, frecuentemente se encuentran alia  
das en capa continua, en una disposición que recuerda un epi  
telio cúbico simple, también se encuentra recubriendo el te  
jido óseo de nueva formación. Su función es la de sintetizar  
 la porción orgánica de la matriz ósea, ésto es; las fibras -  
 colágenas y las glucosaminoglucanas mismas que reciben el nom  
 bre de sustancia preósea y osteoide. También a estas células  
 se les atribuye la función de almacenar (en las mitocondrias)  
 los minerales utilizados en la mineralización (30).

C) Osteocito: Es un osteoblasto que ha quedado incluido-  
 en la matriz ósea, por lo que se localiza en el interior de-  
 la misma, incluidos en lagunas que reciben el nombre de os--  
 teoplastos de las cuales parten los canalículos óseos. Su -  
 muerte es seguida de la resorción de la matriz, participa -  
 también en la liberación de calcio del hueso hacia la sangre  
 para mantener niveles adecuados en el suero (29).

D) Osteoclastos: Aparecen en la superficie ósea cuando -  
 hay resorción (destrucción del tejido) ósea, se sitúan en de  
presiones de la matriz llamadas lagunas de Howship. La super  
ficie del osteoclasto en contacto de la matriz ósea que expe  
rimenta resorción, presenta numerosas microvellosidades irre  
gulares y entre éstas se han observado fibrillas de colágena  
 en desintegración. La función del osteoclasto es la de parti  
cipar en la resorción ósea (30).

La matriz ósea esta constituida por:

a) Fibras colágenas



## b) Sustancia fundamental.

## I) Orgánica

## II) Inorgánica

Matriz orgánica: La porción orgánica está formada por fibrillas de colágena (95%) y por sustancia fundamental amorfa con mucopolisacáridos ácidos y neutros asociados a proteínas, entre los mucopolisacáridos del hueso se encuentra el condroitín-4-sulfato, al condroitín-6-sulfato, al queratosulfato y al ácido hialurónico (29, 30).

Matriz inorgánica: La parte inorgánica representa cerca del 50% del peso de la matriz ósea, está constituida principalmente por iones de calcio y fósforo, es posible determinar la presencia de iones de magnesio, sodio, potasio, aniones de citrato, lactato, carbonato, cloro, etc., en pequeñas cantidades (30).

En toda fractura se observa lesión de los tejidos blandos que rodean al hueso estos se inflaman, se rompen los conductos vasculares dentro del hueso, esto origina muerte de las células óseas (Osteoprogenitoras, osteoblastos y osteocitos) esto conduce a que el sitio de fracturas recibe un borde de hueso muerto atrás del nivel de la primera anastomosis viable con vasos funcionales. Entonces proliferan células osteoprogenitoras y endoteliales dentro del hueso viable adyacente al borde del hueso muerto del sitio de fractura. Estas células crecen hacia el sitio de fractura y al cabo del tiempo se desarrollan osteoclastos y eliminan hueso de los conductos osteonales (29, 30).

Los estadios de reparación de las fracturas son: Impacto, inducción y estadios de inflamación, remoción y remodelado (30).

El estadio de inflamación se origina después del impacto y está dado por discrupción del aporte sanguíneo, formación colateral de hemorragia, hematoma y muerte de los tejidos blandos. La necrosis tisular estimula la invasión de células inflamatorias. Durante este estadio el tejido desvitalizado es revitalizado y el hematoma se organiza y reabsorbe (30).

El estadio de reparación incluye muchas actividades celulares que se inician con la inducción, progresan a lo largo de la inflamación y terminan con la formación del callo. A medida que el hematoma se organiza e invade por células fagocíticas y fibroblásticas, el periostio, endostio cortical, trabéculas y osteonal se caracterizan por una formación mitótica extensa de las células osteogénicas y endoteliales. Las células nuevas y los vasos sanguíneos del endotelio migran hacia el sitio de fractura, invaden el hematoma y constituyen un puente junto con el tejido hiperplásico y fibrocelular que al cabo del tiempo se formará dentro de la cavidad medular y dentro del espacio entre los fragmentos fracturados. El tejido óseo nuevo (hueso trabecular inmaduro) derivado del endostio se denomina callo interno (endotelial) (30).

El callo es el tejido nuevo que se forma alrededor, entre, dentro y adyacente al sitio de fractura. Su formación empieza con la del tejido hiperplásico y fibrocelular de expansión que se forma desde la cubierta endostial y termina con-

el depósito de hueso a través del espacio fracturado. El - - callo cambia de constitución a medida que el tejido fibroce-lular se convierte en hueso, prolifera y, al cabo del tiempo, se remodela (30).

La formación del callo origina el depósito de hueso trabecular inmaduro esponjoso. El crecimiento aposicional progresivo convierte este tejido en esponjoso denso y hueso compacto. La actividad osteogénica causa remoción del hueso muerto y vivo que llenan la cavidad medular. De manera similar, la osteoclasia origina reducción progresiva del callo (29).

Algunos de los tratamientos para la cicatrización de las heridas incluyendo la aplicación de ungentos, cremas, vendas y muy a menudo antibióticos y antisépticos (8, 12, 19, 20), empero, para muchos otros investigadores una herida debe simplemente lavarse y dejarse en contacto con el ambiente para que se oxigene (18). Más aún, las formas de cicatrización se han diversificado notablemente y en la actualidad se utilizan métodos tan disímiles como la aplicación de sustancias altamente hidrófilas como el dextranómero (11), la aplicación de zinc, sábila (23) y electroestimulación (1, 25, 27). Este último método se ha utilizado para el tratamiento de la minitis (2), para el tratamiento de la inflamación aguda en el caballo (4, 7, 27, 28) para el tratamiento de heridas en el ser humano (13), se reconoce que la aplicación de electricidad en las heridas tienen un efecto antibacteriano (25) y en algunas especies filogenéticamente inferiores se ha logrado la reparación de nervios (9).

En el Departamento de Fisiología y Farmacología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la UNAM se ha implantado la técnica de electroestimulación para la cicatrización de las heridas (3, 21) y debido a que la aplicación de campos electromagnéticos puede facilitar la cicatrización de fracturas (10), se consideró de utilidad evaluar el efecto de la electroestimulación (250 V, 60 hz y 20 u  $\mu$ mps) - sobre la calidad de la consolidación ósea en fracturas, en especial si se considera que el tratamiento con campos electromagnéticos es en extremo costoso y no se dispone de dichos aparatos en el país.

El objetivo del presente trabajo fué el de evaluar si la electroestimulación en torno al sitio de la fractura mejora la fuerza de cohesión del callo óseo, evaluándola mediante análisis tensiométrico y cortes histológicos.

## MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 20 conejos de raza Nueva Zelandia blancos, -- sexo hembra, de peso promedio de 2.500 Kg de 3 meses de edad, divididos en dos grupos de 10 animales cada uno (A y B).

Grupo A. Grupo testigo el cuál no fué tratado.

Grupo B. Grupo tratado con electroestimulación.

Ambos grupos fueron sometidos a intervención quirúrgica mediante la siguiente técnica.

Los conejos fueron anestesiados con éter etílico al 10% -- (dosis-efecto), previo rasurado de las regiones del brazo y antebrazo. El abordaje quirúrgico fué lateral al hueso ulna, una vez expuesta la epífisis del hueso se procedió a causar una fractura única transversa en tercio medio utilizando una sierra neumática\* de 1 mm de espesor, la cual estandarizó el espesor de la fractura en el hueso, en este caso el hueso radio sirvió de soporte, evitando movilidad en el hueso ulna, así de esta manera la cicatrización de hueso se vió favorecida. La piel se suturó con Dexón 3-0\*\* con punto separados(24).

Los animales del grupo B (grupos tratado con electroestimulación) se comenzaron a tratar 2 horas después de su recuperación del anestésico, tratandose mediante el efecto de la electroestimulación del tipo de la acupuntura durante 15 minutos por animal por día durante 10 días continuos. Las agujas de acupuntura se aplicaron profundamente hasta tocar el hueso colocadas a ambos lados de la mitad de la herida y a los - - -

\* SYNTHES DE MEXICO S.A. DE C.V.

\*\* PARKE-DAVIS, México.

extremos aplicando una corriente de 250 V, 60 Htz y 20 u Amps, con un electroestimulador Akupunter 71-6\*\*\*.

A los 12 días después de haber realizado la fractura se -- sacrificaron a los conejos de ambos grupos ( A y B), posterior<sub>mente</sub> se desprendieron los huesos radio-ulna de las articula -- ciones que los unían a otros huesos y se procedió a retirar -- los tejidos blandos (músculos, ligamentos, tendones, etc), ya -- realizado este procedimiento se desprendieron los huesos -- -- radio-ulna de sus uniones ligamentosas, se identificaron y se -- colocaron en frascos de vidrio, diferenciando a los huesos del grupo testigo y a los del hueso de grupo tratado.

Ya identificados los huesos de los dos grupos se sometieron a dos pruebas:

- 1.- La prueba de resistencia a la tensión de las heridas.
- 2.- Exámen histológico.

1) La prueba de resistencia a la tensión de las heridas se -- realizó utilizando un aparato neumático\*\*\*\*, que aplica una -- fuerza creciente (tensión) sobre las heridas se sujetaron los -- extremos de los huesos con mordazas metálicas hasta lograr la -- separación de los bordes de la fractura, además de registrarse -- gráficamente la fuerza de tensión expresada en Kg.

2) Exámen histológico. Una vez realizada la prueba de ten -- sión de las heridas los huesos de los dos grupos (A y B). Se -- fijaron en formalina al 4% para su envío al laboratorio de his -- tología en donde se evaluó y diferenció el tipo de cicatriza--

\*\*\* ACK Laboratories Inc. New York.

\*\*\*\* Instrum.

ción entre los huesos del grupo A testigo y los huesos del -- grupo B tratado con electroestimulación.

Con los datos obtenidos se determinó si había diferencia - estadísticamente significativa entre los dos grupos, por me-- dio de la prueba de t de Student para la prueba de tensiome -- tría y para el exámen histológico mediante el análisis de -- Krashkal Wallis, evaluándose mediante resgos empíricos (x, - xx, xxx, xxxx), la imagen comparativa con un hueso normal, de tal manera que xxxx significará la imagen más compatible con una cicatrización por regeneración y menos compatible con una cicatrización por sustitución.



DIAGRAMA DE FLUJO del diseño estadístico para la evaluación de la imagen histológica.

## OBJETIVOS

Probar hipótesis, la tensión en Kg necesaria para separar el callo óseo del grupo tratado - será diferente a aquella necesaria para el grupo testigo.

$$H_0 \quad S_1^2 = S_2^2$$

$$H_a \quad S_1^2 \neq S_2^2$$

2 Muestras

Independiente

Escala Ordinal

X, XX, XXX, XXXX

Análisis de Krashkal Wallis

DIAGRAMA DE FLUJO para el diseño estadístico para la evaluación de Kg requeridos para separar el callo óseo.

## OBJETIVO

Probar Hipótesis

$$H_0 \quad S_1^2 = S_2^2$$

$$H_a \quad S_1^2 \neq S_2^2$$

2 Muestras

Independiente

Escala de Intervalos Kg

T de Student

Se llevaron a cabo 20 evaluaciones de la fuerza de tensión de las heridas en igual número de ulnas derechas a los 12 días de haber provocado una fractura transversa -- completa utilizando una sierra neumática. En todos los ca sos se mantuvo la posición de los huesos principalmente -- al apoyo del hueso radio y debido a que los animales sos tuvieron una posición antálgica.

Los resultados de la fuerza de tensión se presentan en el cuadro 1 y el análisis estadístico mediante una t de Student reveló que no existen diferencias significativas entre la cohesión del grupo tratado con electroestimulación y el grupo testigo sin tratamiento ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, sí se observaron diferencias en cuanto al tipo de cicatrización utilizando la prueba de Krashkal Wallis -- ( $P < 0.001$ ): los resultados en detalle se resumen en el cuadro 2, donde es notable que la electroestimulación determinó una cicatrización por regeneración estadísticamente significativa con respecto al grupo tratado.

Adicionalmente cabe destacar que la arquitectura del -- estroma óseo es más parecido a lo observado en un hueso -- normal en el grupo tratado con electroestimulación.

Aunque los resultados obtenidos en este primer ensayo con análisis de laboratorio no muestran de manera conclusiva diferencias entre el grupo tratado con electroestimulación y el grupo testigo, es posible sugerir que la electroestimulación tiene un efecto definido sobre el proceso de consolidación ósea, sobre todo si se toman en cuenta los resultados del análisis histológico en los que destaca la notable diferencia entre el proceso de regeneración del grupo experimental y el de la reparación de las fracturas observado en el grupo testigo. En otros estudios se ha demostrado que la electroestimulación puede promover la regeneración nerviosa en especies filogenéticamente inferiores (9) y se ha demostrado un efecto palpable en la regeneración del estroma ósea en el caballo mediante la electroestimulación (2). Por lo tanto, no resulta extraño obtener una modificación del proceso de consolidación ósea con la aplicación de electroestimulación.

Es importante señalar que el método utilizado para la aplicación de la electroestimulación es una simplificación de la aplicación de campos electromagnéticos y que por lo tanto es factible pensar que la implantación de un método más eficaz para la dosificación de dicho estímulo pudiera brindar resultados más evidentes. Durante la aplicación de los electroestímulos se hizo evidente que no existen una determinación precisa del tiempo óptimo para dosificarlos, esto es, quizá un tratamiento más prolongado brinde mejores resultados. Más aún, la aplicación de 250 V, 60 Htz y 20 u -

## RESULTADOS

Amps en torno al sitio mencionado se basó en hallazgos anteriores ( 2, 15, 16, 26 ). Pero dejan la interrogante abierta de si mayores voltajes, amperajes, o frecuencias, puedan -- ofrecer mejores resultados.

Las nulas diferencias entre ambos grupos en cuanto a Kg - necesarios para separar el sitio de consolidación, pueden -- ser resultado de un efecto nulo en la electroestimulación - sobre la fuerza de cohesión, pero también puede ser el resultado de una mala elección en el momento de determinarlo ya - que, se considera que la consolidación no esta determinado - hasta el momento en que comienza la reducción progresiva del callo (30).

Dado que la arquitectura visualizada en el estudio histo- lógico es superior en el hueso con electroestimulación, es - factible especular que a mayor tiempo se hubiesen alineado-- con mejor distribución otros elementos que harían a la frac- tura electroestimulada más resistente. Por lo tanto, este en- sayo, aunque no conclusivo, permite la realización de un tra- bajo consecuente que mida la fuerza de cohesión a diversos -- tiempos y con diversas modalidades de electroestímulo. De - Cualquier manera, los resultados obtenidos sugieren que con - electroestímulo se puede modificar el comportamiento de teji- do en reparación-regeneración, hallazgo que por si sólo repre- senta una línea nueva en la investigación de procedimiento pa- ra mejorar la consolidación ósea en casos particularmente di- fíciles cómo los que se dan en grandes especies.

LITERATURA CITADA

- 1.- Al Sadi, H.L.: The healing of linear skin incision with and without subcutaneously induced polyvinyl granuloma on the dog. J. Comp. Path., 87:503-513 (1987).
- 2.- Allen, V.K., Sponelius, A.B., Lowry, M.: Laminitis treatment with electrotherapy. Equine practice, 8: 28-31 (1986).
- 3.- Arteaga, R.D.: Determinación de la densidad de colágeno en tejido cicatrizal electroestimulado en ratas. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 1987.
- 4.- Bailey, J.V., Caron, P.J., Lees, J.M.: Wound closure by the mesh-expansion technique in 2 equine skin wounds. Modern vet. practice, 8:355-357(1986).
- 5.- Baker, B., Spadero, A., Merino, and Becker, R.D.: Electrical stimulation of articular cartilage regeneration. Ann. N.Y. Acad. Sci., 238:491-499 (1974).
- 6.- Bliar, A.R., Mckenna, J.M. and Chase, R.G.: The influence of electrical current on an infecting microorganism in wounds. Ann. N.Y. Acad. Sci., 543-551 (1976)
- 7.- Baxter, G.H.: Wound healing and delayed wound closure in the lower limb of the horse, Equine practice, 10:23-31 (1988).
- 8.- Bertone, A.L, Sullinsie, K.E., Stashak, T.S., Norrdinm - R.W.: Effect of wound location and the use of topical collagen gel on exuberant granulation tissue formation and wound-healing in the horse and pony. Am. vet. Res., 46:1438-1444 - (1985).
- 9.- Borgens, R.B., Roeder, E., Cohen, M.J.: Enhanced spinal-

- cord regeneration in lamprey by applied electric field. Science, 213:611-617 (1981).
- 10.- Casaubon, H.T.: Observaciones histológicas acerca de la pseudoartritis experimental. Tesis de licenciatura. Fac. de -- Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, -- México, D.F. 1986.
- 11.- Contreras, M.G., Corti, R.C., Cassani, M.E.: Tratamiento de las heridas quirúrgicas y traumáticas infectadas y exudativas con dextranómero. Compendio de Investigaciones Clínicas - Latinoamericana, IV (1): 34-38 (1984).
- 12.- Donner, S., Ellison, W.G., Peyton, C., Crowlwy, M.A.: -- Effect of flunixin meglumine on surgical wound strength and -- healing in the rat. Am. J. vet. Res., 47:2247-2251 (1986).
- 13.- Dueland, R., Hoffer, R.E., Sellen, W.A., Becker, R.O.: - the effect of lom voltagecurrent of the healing of termal - - third degree wound. Curr. vet., 51-59 (1978)
- 14.- Friedenberq, A.B. and Brighton, D.T.: Electrical fracture healing. Ann. N.Y. Acad. Sci., 238:564-574 (1984).
- 15.- Grillo, H.C., Gross, J.: Collagenolitis activity during mammalianwound repair. Development Biology 15:300-317 (1967).
- 16.- Gunson, D.E.: Collagen in normal and abnormal tissues.- Eq. vet. J., 11 (2): 97-101 (1979)
- 17.- Harrington, D.B. and Meyer, J.R.: Effect of small - - amount of electric current at the cellular level.: Ann. N.Y.- Acad. Sci., 238:300-305 (1974).
- 18.- Hunk, K.T.: Cicatrización e infección de las heridas la. Ed. el Manual Moderno, Nueva York 1983.



- 19.- Lee, A.H., Swain, F.S.,: Effects of gentamicin solution and cream on the healing of open wounds. Am. J. vet. Res., 45: 487-492 (1984).
- 20.-Lee, A.H., Swain, F.S., Yang, T.S.,: The effects of petrolatum, polyethylene glycol, nitrofurazone and hydroactive dressing on open wound healing Am. Hosp. Ass., 22:443-451 -- (1986).
- 21.-Mendiola, G.J., Espejo, I.P., Chapa, J.A., Rodríguez, N. E.: Difenilhidan tolnato de sodio en quemaduras. Efectos -- sobre dolor y cicatrización. Investigación Médica Internacional, 449-451 (1983).
- 22.-Norrie R.D.: A preliminary report on regenerative healing in the equine tendon. Am. J. vet. Res., 36:1524-1526 -- (1975).
- 23.- Ocampo, C.L., Sumano, L.H.: Propóleo-Sabila una nueva -- alternativa en la cicatrización. C. Nal. de la Ind. Farm. -- (1987).
- 24.- Piermatte, D. and Greeley, H.: Atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. Saunders Co., Philadelphia, 1979.
- 25.- Rowley, B.A., Mc. Kenna, J.M., chase, G.R.,: The influence of electrical current on an infecting microorganism-in wounds. Animals Academic Sci., New York, 238:551 (1984).
- 26.- Silver, I.A.: The mechanics of wound healing. Equine -- vet. J. 11 (2): 93-96 (1979).
- 27.- Sin, Y.M., Sedgenewick, A.D., Mackay, R.A.: Effects of electrica acupunture stimulation on acute inflamation Am. J.

Acupuncture, 4: 359-362 (1983).

28.- Steckel, R.R., Pages, E.H., Geddes, A.L.: Electrical - stimulation on skin wound healing in the horse: Preliminary studies. Am. J. vet. Res., 45:800-803 (1984).

29.- Trejo, F.D.: Características anatómicas generales de - los huesos y articulaciones. Memorias Aspecto Morfofisiopatológico del hueso en especies domésticas, México, D.F., -- 1-9 1984. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM, México, D.F. (1984).

30.-Williams, J.B.: Histología Veterinaria Aplicada. Manual Moderno: 145-147 (1986).

31.-Wu, K.T., Dennis, D. and Sawyer, P.N.: Effects of electrical current and interfacial potentials on wound healing. J. Surg. Res., 7: 122-128 (1967).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

| No. de la muestra | tratado<br>(Kg) | Testigo<br>(Kg) |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1                 | 75              | 22.5            |
| 2                 | 52.5            | 40              |
| 3                 | 21.25           | 28.75           |
| 4                 | 52.5            | 46.25           |
| 5                 | 30              | 46.25           |
| 6                 | 40              | 18.75           |
| 7                 | 30              | 47.5            |
| 8                 | 23.75           | 36.25           |
| 9                 | 26.5            | 51.25           |
| 10                | 39.05           | 37.5            |
| $\bar{X}$         | 39.055          | 37.5            |
| X                 | 390.55          | 37.5            |
| $\bar{X}$         | 17780.2775      | 15165.625       |
| d.e.              | 15.89           | 10.50           |

CUADRO 1.

RESULTADOS DE LA TENSIOMETRIA EN kg DE LOS GRUPOS TESTIGO Y TRATADOS CON ELECTROESTIMULACION Y RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO DE t DE STUDENT.

|    | CANTIDAD DE FIBRINA | ELEMENTOS SANGUINEOS | TAMAÑO DE CALLO | CELULARIDAD | CICATRIZACION POR REGENERACION | CICATRIZACION POR SUSTITUCION |
|----|---------------------|----------------------|-----------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------|
| H= | 0.0992              | 0.3336               | 3.002*          | 6.8933**    | 10.5992 ***                    | 2.1165****                    |

DONDE

$$H = \frac{12}{N(N+1)} - \frac{\sum R_j^2}{Nj} - 3(N+1)$$

|                             |   |   |       |
|-----------------------------|---|---|-------|
| * SIGNIFICACION ESTADISTICA | p | > | .10   |
| **                          | p | > | .100  |
| ***                         | p | > | 1% 00 |
| ****                        | p | > | .15   |

CUADRO 2

RESULTADO DEL ANALISIS DE KRUSHKALL WALLIS LLEVADO A CABO PARA CONTRASTAR LAS OBSERVACIONES HISTOLOGICAS EN LOS GRUPOS TESTIGO Y TRATADO.