



248  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"Determinación de los Valores  
Tensiométricos de Heridas  
Electroestimuladas. Evolución  
Comparativa durante 6 meses

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A  
LEONARDO VEGA ROBLES

Asesores: MVZ LUIS OCAMPO CAMBEROS  
MVZ FÉLIX SÁNCHEZ LOPEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1990





## **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.**

	<b>Página</b>
RESUMEN	
INTRODUCCION	1
HIPOPTESIS	7
OBJETIVO	7
MATERIAL Y METODO	7
RESULTADOS	9
DISCUSION	10
LITERATURA CITADA	12
CUADROS Y FIGURAS	

## **RESUMEN:**

Dado que existen evidencias claras de que la electroestimulación aumenta la fuerza de cohesión de las heridas. Se llevo acabo un análisis de 6 meses para evaluar, si la fuerza de cohesión de heridas que cicatrizan por segunda intención y quemaduras de segundo grado es creciente y superior en lesiones electroestimuladas que en lesiones tratadas con: Bacitrasina - neomicina - polimixina, nitrofurazona. En todos los casos las heridas tradas con electroestimulación (200 voltios a 60 Htz) fueron superiores para las variables: análisis tensiométricos, superficie sin epitelializar, reducción de la suprficie lesionada. Se concluye que la electroestimulación es un método que brinda una cicatrización de magnifica calidad.

## INTRODUCCION.

La función de sanar heridas está ligada por antonomasia a la práctica médica y sin embargo, el arte de manejar adecuadamente la gran variedad de heridas que se presentan en las diferentes especies y con las distintas respuestas de los individuos, dista mucho de haber llegado al límite de la excelencia (14). Aparentemente, la tarea de inducir cicatrización es tan simple como evitar la infección, fomentar la cohesión de los bordes de la lesión, acelerar el proceso y mejorar el aspecto y la funcionalidad, fomentando la resolución por regeneración y no por sustitución del tejido dañado, en este caso la piel (26). Sin embargo, existen muchos factores que pueden limitar la calidad y la velocidad de la cicatrización entre los que podemos contar:

- Presencia de tejido muerto como en las quemaduras de 2° y 3° grado (31).
- Desarrollo de infecciones (3) y disminución de la síntesis de colágena.
- Factores mecánicos v.g., jaloneo constante en articulaciones.
- Sitio anatómico v.g., áreas poco irrigadas o en contacto con la cama (18).
- Presencia de otros tejidos como membranas serosas, omento, etc.
- Presencia de cuerpo extraño v.g., parásitos, espinas, madera, hueso.

- Presencia de células tumorales (14,21).
- Desequilibrio entre crecimiento de tejido conectivo (colágena) y tejido epitelial (típico en caballos) (26).
- Irritación persistente del área.
- Traumatismo extenso en otra área e impedimento para sintetizar colágena.
- Desnutrición protéica y enfermedades endócrinas v.g. Síndrome de Cushing (14,26) por la deficiente síntesis de colágena. (13).
- Aplicación equivocada de fármacos v.g., antibióticos (9,11,16,18), nitrofurazona (19,25), fenitoína en gatos (21), en los que induce colagenolisis.
- Idiosincracia v.g., enfermedades de la colágena (13).

Por todas estas razones es común encontrarse en la clínica cotidiana casos en los cuales la cicatrización se dificulta. El punto clave de estas fallas puede centrarse en la síntesis deficiente de colágena o el acomodo desordenado de las fibras de este glicosaminoglicano en la herida (10,12). De cualquier forma, en el complejo mecanismo de la cicatrización (véase figura 1) la síntesis de colágena es piedra angular tanto para lograr una herida de aspecto limpio como para evaluar la calidad de la cicatrización (6,12).

La colágena está constituida por haces de varias fibras, a su vez constituidos por microfibrillas constituidas, por la molécula base de colágena (véase figura

2). Todas las moléculas de colágena son largas y elásticas y constan de un a triple hélice de cadenas polipeptídicas (cadenas alfa). Sin embargo, hay al menos 7 y posiblemente 10 tipos diferentes de moléculas de colágena en el cuerpo. Estas moléculas pueden contener también 1 ó 2 tipos de cadena alfa genéticamente diferentes. Por ejemplo, en el cartilago la colágena esta especializada para dicho tejido, esta restringida a estructuras cartilaginosas y no se encuentra en otros (13,14).

La molécula de colágena contiene 2 cadenas alfa 1 mas una cadena alfa 2 y se encuentra en una gran variedad de tejidos; incluyendo la piel, la dentina, el hueso, los ligamentos y evidentemente la piel. La colágena extraída de varios tipos de cartilago muestra solamente un solo tipo de cadena alfa algo similar a la cadena alfa 1 pero con varias diferencias en la composición y secuencia de los aminoácidos (13,14). Así que la cadena alfa aislada del cartilago ha sido designada alfa 1 (II) y la composición de la cadena de colágena en estos tejidos es (alfa 1 (II))<sub>3</sub>. En adición a la cadena alfa 1 (II) del cartilago, hay evidencia de 2 tipos adicionales genéticamente distintos de cadenas alfa. La cadena alfa 1 (III) ha sido detectada a nivel de péptidos bromocianogénicos de colágena insoluble dérmica y se ha aislado y caracterizado de varios tejidos moleculares de la composición (alfa 1 (III))<sub>3</sub> a partir de dermis, grandes vasos y algunos tumores de tejido conectivo. Las membranas

basales poseen la composición de las cadenas (alfa 1 (IV))<sub>3</sub> (13,14).

La siguiente colágena distinta genéticamente se encuentra en el cartilago y contiene 3 cadenas alfa 1 (II) idénticas. Otro tipo de colágena es abundante en dermis joven y ciertos tumores de tejido conectivo, siendo la composición de la cadena del tipo (alfa I (III))<sub>3</sub> (13,14).

El cuarto tipo de colágena tiene moléculas con la composición de colágena alfa 1 (IV)<sub>3</sub> y también se encuentra en algunas membranas basales (13,14) (véase cuadro 1).

Un dato importante es que las proporciones en los diferentes tipos de colágena cambian con el tiempo en el mismo tejido; por ejemplo: el tipo III de colágena constituye más del 60% de la colágena en la piel fetal, pero cubre menos del 20% de la colágena de la piel del adulto. Desafortunadamente no se conoce el significado fisiológico de los varios tipos de colágena. Sin embargo, es razonable asumir que esta información puede ser de importancia en el estudio del desarrollo de anomalías en la cicatrización y enfermedades del tejido conectivo a nivel molecular (13,14).

Se ha calculado que el 75% de la piel está constituida por colágena (26), lo cual confiere a la piel una fuerza de cohesión y elasticidad excepcionales, sobre todo porque las fibras de este glicosaminoglicano se encuentran alineadas a lo largo de las fuerzas de tensión de la piel en paquetes de múltiples haces (6,10) lo que significa que existirán diferentes valores tensiométricos si se jala la piel de



distintos puntos, variable ésta que se ha reducido con metodologías que se fundamentan en presión de aire o de una manguilla en toda la zona a evaluar, hasta conseguir la dehiscencia en el punto más débil (17,34). El aparato que permite evaluar la fuerza de cohesión de la piel o la tensión de una herida se presenta en la figura 3 y representa una forma sencilla, confiable y económica para determinar directamente la fuerza tensiométrica de un proceso cicatrizal además de brindar evidencia indirecta de la forma en que se alinean los haces de colágena y de la densidad de la misma (2,34). Se sabe que, a diferencia del arreglo lineal de la piel normal, la cicatriz presenta un entrecruzamiento que ofrece menor resistencila a la tensión (10). Por ello, se ha considerado que un a herida con mayor tensión es aquella en la que hay tanto mayor densidad de colágena, como mejor arreglo de las fibras del glicosaminoglicano (10,14). En otras palabras, se reconoce que la tensiometría de heridas es un método confiable para estimar la densidad de colágena, su arreglo y, en general la calidad del proceso cicatrizal (2,14,26,27).

En diversos ensayos se ha demostrado que esta metodología resulta suficiente para detectar diferencias entre grados de promoción de la cicatrización de diferentes fármacos y procedimientos (1,2,22,25,27,28,29). Entre los ensayos realizados a la fecha, ha destacado por su insistente promoción de la reparación y aún de la regeneración tisular, la electroestimulación de las heridas

(1,2,15,27). Sin embargo, en todos los ensayos realizados a la fecha no se han determinado las fuerzas tensiométricas más allá del mes, lo cual resulta indispensable si se considera que una herida continúa activa por más tiempo, de hecho hasta por 6 meses o aún más en casos especiales (12,13).

Para las heridas electroestimuladas se ha postulado un proceso de regeneración como base de la cicatrización y no de reparación como normalmente sucede en la cicatrización asistida por métodos farmacológicos (1,27), más aún, se ha logrado demostrar, antes del mes, una mayor densidad de colágena para las heridas electroestimuladas por comparación a otros métodos (2) y con microscopía electrónica de transmisión se ha detectado un aumento en el grosor de las fibras de colágena (\*) todo lo cual representa una notable ventaja de la electroestimulación para la promoción de la cicatrización, empero, resulta incompleta la información de los efectos benéficos de este método ya que no se sabe si la tendencia a lograr una mejor cicatrización prolonga más allá del período de colagenolisis (12,13) y durante todo el tiempo.

---

\* Comunicación Personal MVZ Héctor Sumano López. Jefe del Depto. de Fisiología y Farmacología de la Fac. de Med. - Vet. y Zoot., U.N.A.M.

## HIPOTESIS

La electroestimulación de heridas que cicatrizan por segunda intención y de quemaduras en ratas puede inducir una tensión de heridas consistentemente superior a la lograda con antibióticos antisépticos y quimioterápicos a lo largo de 6 meses.

## OBJETIVO:

Evaluar si la electroestimulación de heridas que cicatrizan por segunda intención y de quemaduras en ratas induce una tensión de herida consistentemente superior a la lograda con antibióticos, antisépticos y quimioterápicos a lo largo de 6 meses.

## MATERIAL Y METODO:

Se utilizaron 240 ratas Wistar de 180-200 g de peso alimentadas y alojadas de acuerdo con los métodos habituales y divididas en 8 grupos con 30 ratas cada uno, de la siguiente manera: Grupos A, B, C y D a quienes se les extirpó bajo anestesia con pentobarbital, 2 cm<sup>2</sup> de piel a nivel de las vértebras torácicas y se les trató de la siguiente manera: Grupo A, electroestimuladas con una salida de 200 Voltios a 60 Htz por 15 minutos al día y por 21 días con 4 electrodos equidistantes en torno a la herida

(18); grupo B tratado con la aplicación diaria de bacitracina-neomicina-polimixina\* hasta cubrir el área por 21 días; grupo C tratado con nitro-furazona\*\* de igual manera que B y grupo D no tratado, que sirvió de testigo.

Para las quemaduras se utilizaron los grupos A', B', C' y D' con igual número de ratas cada uno, pero que se les quemó un área de 2 cm<sup>2</sup> con agua hirviendo por 15 segundos para producir una quemadura de segundo grado, bajo anestesia y de acuerdo con lo descrito por Walker y Masson (32) y representado en la Figura 4. Los tratamientos serán los mismos que para los grupos A, B y C, utilizando como testigo de la quemadura el grupo D'.

A partir del mes y cada mes hasta completar 6, se sacrificaron 5 ratas por grupo con sobredosis anestésica (pentobarbital) y sus pieles se separaron para someterlas a un análisis tensiométrico de acuerdo con lo propuesto por Worlasky y Prudden (34) y esquematizando en la Figura 2, registrando los mm de Hg necesarios para separar los bordes de la herida.

Durante los primeros 21 días se midió con un Bernier la superficie sin epitelialización aparente y el porcentaje de reducción de la superficie de la herida, realizando las mediciones los días cero, 4,8,12,14,16 y 21.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y sucesivas pruebas t de Tukey en cada variable: tensión de herida, superficie sin epitelializar y reducción de la superficie de la herida.

**RESULTADOS:**

Se realizaron un total de 240 mediciones de tensiometría en 120 ratas con quemadura de segundo grado y con una extensión calculada de 2 cm<sup>2</sup> de piel. En los cuadros 2 y 3 se presentan los datos de tensiometría en términos de mm de Hg de resistencia a la separación de los bordes de la herida. Dichos resultados son graficados en las Figuras 4 y 5. En todos los casos las tendencias de los valores tensiométricos son lineales; no obstante, solo el grupo electroestimulado mostró una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los demás grupos (P 0.01), tanto en las heridas como en las quemaduras.

En los Cuadros 4 y 5 se presentan los datos promedio referentes a la superficie de la herida sin epitelializar así como el porcentaje de reducción de la superficie de la herida, mismos datos que se grafican en las Figuras 6 y 7. El análisis estadístico reveló nuevamente que el grupo tratado con electroestimulación difirió significativamente de los otros 3 (P 0.05). No se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos tratados con nitrofurazona (C), bacitracina-neomicina-polimixina (B) y testigo (D); en ambos casos, quemaduras y heridas.

**DISCUSION:**

A la luz de los resultados obtenidos, resulta congruente suponer que la electroestimulación es una magnífica alternativa para inducir cicatrización y que el proceso es progresivo y el estímulo inicial perdura más allá del período de 21 días. Sin embargo, no se tiene disponible a través de este ensayo, una teoría que explique el mecanismo mediante el cual se logra este efecto (1,7,8). Sin embargo Biedebach M. C. Postula que las corrientes de eléctricas al pasar por las corrientes celulares permite la entrada de  $Ca^{++}$  a través de los canales del calcio. El ingreso de calcio activa el sistema de ATP-AMPC-Proteinosinasas. Con lo que se presentan una serie de respuestas celulares que incluyen la mitosis que a su vez es parte del mecanismo de cicatrización. Este mismo mecanismo es posible que active fibroblastos para la fijación de colagena y de esta manera se expliquen los resultados obtenidos en este ensayo. Otros efectos similares, estimulantes de la regeneración de nervios (6,23) o de estructuras tendinosas (33), o incluso la disminución de microorganismos infectantes (24) y la estimulación de células endoteliales y de las defensas en general (35,36), hacen congruentes los resultados logrados, pero en ningún caso se postula un mecanismo de acción, exepcto Biedebach M.C., que incluso hace énfasis en que se requieren mayores

estudios para caracterizar el tipo de electroestimulo adecuado en terminos de voltaje, frecuencia y amperaje.

Lo que definitivamente resulta claro es que la tensiometria de heridas representa un modelo confiable para la evaluaci3n de la calidad cicatrizal. Las diferencias individuales son m3nimas dentro de un mismo grupo y se present3 en todos los casos una tendencia lineal, m3s o menos positiva con respecto al tiempo, aunque las diferencias del grupo electroestimulado con respecto a los otros la postula como la mejor opci3n cicatrizante (v3ase figuras 4,5,6 y 7).

Se ha postulado que la fuerza de cohesi3n de los bordes de una herida depende del arreglo tridimensional de las fibras de col3gena (10,20); de tal suerte que si se presenta una alineaci3n de los haces de manera ordenada a lo largo de los ejes de la tensi3n de herida, se tendr3 una buena resistencia a la dehiscencia. A medida que el acomodo asemeje m3s una malla, menos resistencia habr3 (10,14). La 3nica forma de evaluar el arreglo es mediante microscop3a electr3nica de barrido por lo que puede sugerirse dicho estudio como paso precedente.

La importancia de este ensayo se acent3a si se propone el uso de esta t3cnica para fomentar la tensi3n de herida en sitios de mucha movilidad o a nivel abdominal en pacientes que requerir3n el soporte de grandes presiones como caballos de salto, toros donadores de semen, etc. M3n a3n, dado que se reconoce que la cicatrizaci3n en caballos puede llegar a

resultar un grave problema (4,26,30), sería de gran utilidad evaluar el efecto de la electroestimulación en procesos de granulación en equinos.

#### LITERATURA CITADA

1. Abolafia, A.J.A., Sumano, L.H., Navarro, F.R. y Ocampo, C. L.: Evaluación del efecto cicatrizante de la acupuntura. Vet. Mex. 16: 27-71 (1985).
2. Arteaga, R.D.: Determinación de la densidad de colágena en tejido cicatrizal electroestimulado en ratas. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México, D.F. (19867).
3. Baeza, S.I.F.: Acción farmacológica, antiséptica y queratoplástica de la planta micropulverizada en aplicaciones tópicas. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México, D.F. (1979).
4. Baxter, G.M.: Wound healing and delayed wound closure in the lower limb of the horse. Equine Pract. 10: 23-31 (1988).
5. Biedebach M.C.: Accelerated Healing of skin by electrical stimulation and the intracellular physiology. Acupun. and electroth. res. 14,198: 43-60.
6. Bernstein, E.O. and Jones, Ch. B.: Skin replication procedure for the scanning electron microscope. Science. 166: 2521-253 (1969).



7. Borgens, R.B., Roederer, E. and Cohen, M.J.: Enhanced spinal cord regeneration in lamprey by applied electric fields. Science, 213: 611-617 (1981).
8. Brown, M., McDonnell, K.M. and Menton, D.N.: Electrical stimulation effects on cutaneous wound healing in rabbits. Physical Ther. 68: 955-960 (1988).
9. Dueland, R., Hoffer, R.E., Seleen, W. A. and Becker, R. O.: The effects of low voltage current on healing of termal third degree wound. Cornell Vet. 69: 51-59 (1978).
10. Dwight, M.H.: Calculation of dosage regimens of antimicrobial drugs for surgical prophylaxis. J.A.V.M.A. 185: 1083-1087 (1984).
11. Forrester, J.C., Hayes, T.L. and Pease, R.F.W.: Scanning electron microscopy of healing wounds. Nature, 221: 373-374 (1969).
12. Geronemos, G.R., Mertiz and Eagistem, H.U.: Wound healing, the effect of topical antimicrobial agents. Arch. Dermatol 115: 1311-1314 (1979).
13. Grillo, H.C., Gross, J.: Collagenolytic activity during mammalian wound repair. Dev. Biol. 15: 300-317 (1967).
14. Gunsosn, D.E.: Collagen in normal and abnormal tissues. Equine Vet. J. 11: 97-101 (1979).
15. Hunt, T.K.: Cicatrización en infecciones de las heridas. El Manual Moderno. México, D. F. 1983.

16. Kloth, L.C. and Feedar, J.A.: Acceleration of wound healing with high voltage monophasic, pulsed current. Phys. Ther. 68: 503-508 (1988).
17. Krisek, T.J., Davis, J.H. and Kiehn, C.V.L.: Topical therapy of Burns: Experimental Evaluation. Plast. and Reconstr. Surg. 39: 248-255 (1967).
18. Lee, A.H., Swaim, S.F., Pedersoli, J.M. and McGuire, J.A.: A newly designed tensiometer. Am. J. Vet. Res. 47: 683-685 (1986).
19. Lee, A.H., Seaim, S.F., Yang, S. T. and Wilken, L.O.: Effects of gentamicin solution and cream on the healing of open wounds. Am. J. Vet. Res. 45: 1487-1492 (1984).
20. Lee, A.H., Swaim, S.F., Yang, S.T., Wilken, L.O., Miller, D.P., Wilt, G.R. and Hughes, K.S.: The effects of petrolatum, polyethylene glycol, nitrofurazone, and a hydroactive dressing on open wound healing. J. Am. An. H. Ass. 22: 443-451 ( 1986).
21. McDonald, L.W., Pease, R.F.W. and Hayes, T. L.: Scanning electron microscopy of selectioned tissue. Lab. Invest. 16: 532-538 (1967).
22. Pope, E.R.: Wound management in cats. Vet. Med. : 503-531 (1986).
23. Rodríguez, B.M., Cruz, N. I., and Suarez, A.: Comparative evaluation of Aloe-vera in the management of burn wounds in guinea pigs. Plast. Reconstr. Surg. 81: 386-389 (1987).

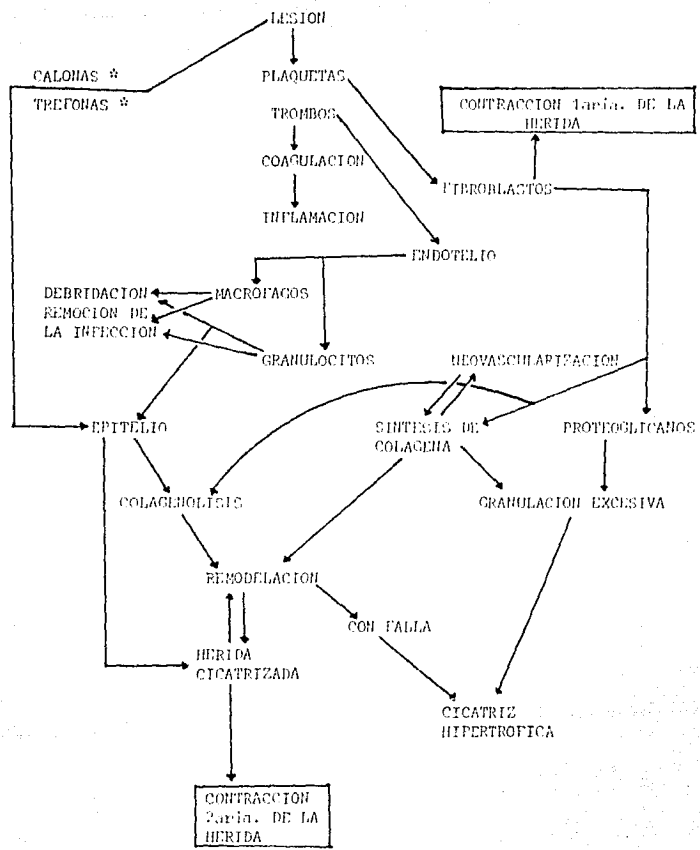
24. Román, G.C., Strahlendorf, H.K., Coates, D.W. and Rowley, B.A.: Stimulation of sciatic nerve regeneration in the adult rat by low-intensity electric current. Exp. Neur. 98: 222-232 (1987).
25. Rowley, B.A., McKenna, J. M. and Chase, G.R.: The influence of electrical current on an infecting microorganism in wounds. Ann. N.Y. Acad. Sci. 238: 543-551 (1974).
26. Ruiz, M.A.: Comparación de los efectos cicatrizantes de los campos eléctricos, el tepezcohuite (Mimosa tenuiflora), la zábila (Aloe-vera) y la nitrofurazona, en quemaduras de tercer grado. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México, D. F.
27. Silver, I. A.: The mechanics of wound healing. Equine Vet. J. 11: 93-96 (1979).
28. Sumano, L.H. y Casaubon, T.: Evaluation of the electroacupuncture effects on wound healing. Int. Conf. Vet. Acupuncture ILCVA 87 Beijing, China (1987).
29. Sumano, L.H. y Ocampo, C.L.: Eficacia cicatrizante de varios medicamentos de patente, la zábila y el propoleo. Vet. Mex. 18: 33-37 (1987).
30. Sumano, L.H., Ocampo, C.L. y Ocampo, A. A.: Evaluación comparativa de la mezcla propoleo zábila con cicatrizantes comerciales. Vet. Mex. 20: 407-413 (1989).

31. Steckeel, R.R., Page, E.H., Geddes, L.A. and Van Vleet, J.F.: Electrical stimulation on skin wound healing in the horse: Preliminary studies. Am. J. Vet. Res. 45: 800-803 (1984).
32. Villaseñor, A.R., Calderón, J.R.: El manejo integral del paciente quemado. Hospital Dr. Rubén Leñero. Dir. de Publicaciones del I.P.N. México, D. F.ñ, 1983.
33. Walker, H.L., Masson, A.R.: A standard animal Burn. J. Trauma. 8: 1049-1051 (1968).
34. Watkins, J.P., Auer, J.A., Morgan, S.J. and Gay, S.: Healing of surgically created defects in the equine superficial digital flexor tendon: Effects of pulsing electromagnetic field therapy on collagentype transformation and tissue morphologic reorganization. Am. J. Vet. Res. 46: 2097-2103 (1985).
35. Worlasky, E., Prudden, J. F.: A new method of wound tensiometry. Arch. Surg. 85: 66-71 (1962).
36. Yen-Patton, A., Patton, W.F., Beer, D.M. and Jacobson, B.S.: Endothelial cell response to pulsed electromagnetic fields: stimulation of growth rate and angiogenesis in vitro. J. Cell. Phys. 134: 37-46 (1988).
37. Yoke Min, S.: Effect of electric acupuncture and moxibustion on phagocytic of the reticulo-endothelial system of mice. Am. J. Acup. 11: 237-240 (1983).

TIPO	FORMA MOLECULAR	TEJIDO
I	(Alfa 1 (I)) <sub>2</sub> 2	Hueso, dermis, tendón, córnea, dentina.
II	(Alfa 1 (II)) <sub>3</sub>	Cartilagos.
III	(Alfa 1 (III)) <sub>3</sub>	Dermis del feto y el lac- tante, sistema cardiovas- cular.
IV	(Alfa 1 (IV)) <sub>3</sub>	Membranas basales.

-----

**Cuadro 1.** Composición de las cadenas de los tipos conocidos de colágena y los tejidos en los cuales cada tipo de colágena se encuentra en abundancia.



\* Promotores de la división celular y moduladores de la síntesis de colágeno.

Figura 1. Esquemmatización del papel central de la síntesis de colágeno en el proceso de cicatrización.

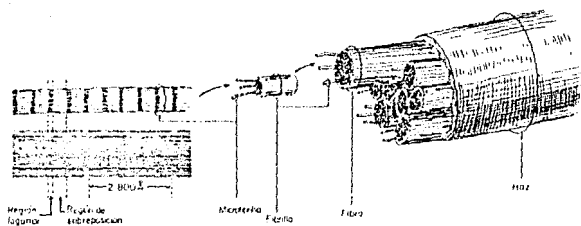


FIG. 2 Estructura de las microfibrillas, fibrillas, finas y haces colágenos

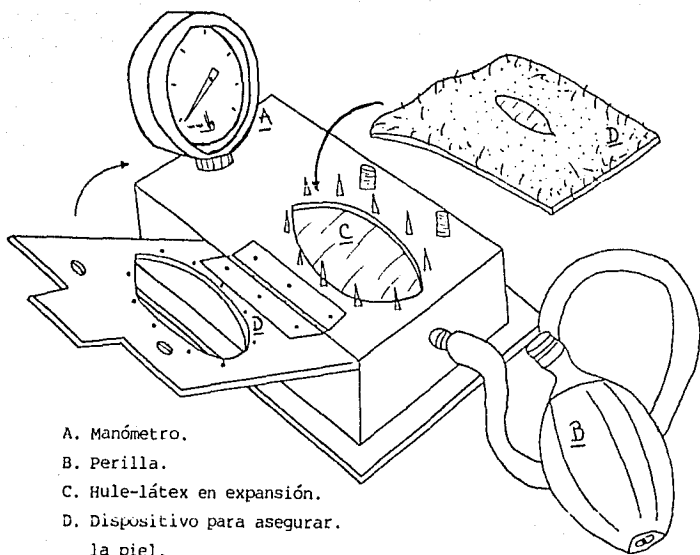
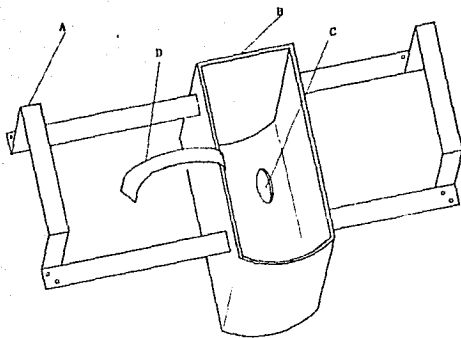


Figura 3

Representación del dispositivo para medir la tensión de heridas,





Agua a 95°C

Fig. 4. Representación esquemática del aparato para inducir quemaduras estandarizadas de 2° y 3° grado.

- A.- Barras para asegurar el aparato en los bordes de un dispositivo de agua a 95°C.
- B.- Sitio donde se sitúa a la rata anestesiada con el dorso hacia el orificio.
- C.- Orificio que permite el contacto de piel y agua a 95°C.
- D.- Banda de metal para presionar a la rata dentro de la cámara.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

MES	GRUPO																			
	A					B					C					D				
	RATA					RATA					RATA					RATA				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	260	280	320	300	320	200	180	180	190	180	170	160	140	140	130	160	130	160	170	150
	x DE = 296±23.32					x DE = 186±18					x DE = 152.5±12.99					x DE = 154±13.56				
2	340	360	360	380	360	200	210	200	200	200	180	160	170	140	150	140	140	150	160	170
	x DE = 360±12.65					x DE = 202±4					x DE = 160±14.14					x DE = 152±11.66				
3	360	380	380	390	400	210	200	180	100	180	200	180	200	210	220	210	200	180	160	180
	x DE = 382±13.26					x DE = 194±12					x DE = 202±13.26					x DE = 186±17.43				
4	380	400	400	400	420	220	200	210	220	200	200	210	180	190	200	200	210	260	200	220
	x DE = 400±12.65					x DE = 210±8.94					x DE = 196±10.19					x DE = 218±22.27				
5	380	400	400	400	440	240	200	200	210	220	170	220	200	180	190	190	210	220	200	210
	x DE = 404±19.59					x DE = 214±14.96					x DE = 192±17.20					x DE = 206±10.19				
6	420	410	400	400	410	230	210	200	180	200	220	200	180	180	180	220	160	180	200	220
	x DE = 406±7.48					x DE = 204±16.25					x DE = 192±16					x DE = 196±23.32				

CUADRO 2. Relacion de valores tensiometricos en mm Hg en ratas con quemaduras de segundo grado (2 cm ) en 6 meses. Grupo A electroestimulado; grupo B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; grupo C tratado con nitrofurazona; grupo D testigo no tratado.

MES	GRUPO																			
	A					B					C					D				
	RATA					RATA					RATA					RATA				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	280	300	310	300	310	200	210	180	190	200	210	200	170	170	180	180	190	180	180	200
	x DE = 300±10.95					x DE = 196±10.20					x DE = 186±16.25					x DE = 186±8				
2	320	320	340	340	360	320	200	240	220	210	200	220	220	210	200	200	280	210	160	220
	x DE = 336±14.97					x DE = 218±13.27					x DE = 210±8.94					x DE = 194±21.54				
3	360	380	380	400	380	260	240	200	220	220	200	210	220	180	200	200	180	220	210	200
	x DE = 360±12.65					x DE = 228±20.40					x DE = 202±13.27					x DE = 202±13.27				
4	380	420	400	400	420	250	260	220	200	220	200	220	200	180	200	220	210	230	230	240
	x DE = 404±14.97					x DE = 230±21.91					x DE = 200±12.65					x DE = 226±10.20				
5	410	420	440	440	440	260	260	240	220	260	220	240	260	200	240	200	200	210	180	200
	x DE = 430±12.65					x DE = 248±16					x DE = 232±20.40					x DE = 198±9.80				
6	+460	+460	+460	450	440	240	240	260	260	260	260	260	220	240	260	260	240	200	220	200
	x DE = 454±8					x DE = 260±17.89					x DE = 252±20.40					x DE = 224±23.32				

+ 460 = limite maximo  
del tensiometro

CUADRO 3. Relacion de valores tensiometricos en mm de Hg en ratas a las que se les extirparon 2 cm de piel en 6 meses. Grupo A electroestimulado; grupo B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; grupo C tratado con nitrofurazona, grupo D testigo no tratado.

DIA	GRUPOS							
	HERIDAS				QUEMADURAS 20			
	A	B	C	D	A'	B'	C'	D'
0	400	400	400	400	400	400	400	400
4	320	380	360	400	360	380	400	400
8	260	360	340	360	300	360	380	380
12	200	300	310	320	260	320	340	340
16	90	260	260	240	160	260	260	240
21	40	200	210	180	70	200	210	220

CUADRO 4. Valores de la superficie sin epitelializar en heridas y quemaduras. Cada valor es la media de 5 determinaciones. Grupos A y A' electroestimulados; grupos B y B' tratados con bacitracina-neomicina y polimixina; - grupo C y C' tratado con nitrofurazona y - grupos D y D' testigos no tratados.

DIA	GRUPOS							
	HERIDAS				QUEMADURAS 20			
	A	B	C	D	A'	B'	C'	D'
0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	20	10	15	10	10	10	10	10
8	35	25	15	15	25	15	10	10
12	60	35	25	25	35	20	15	10
16	75	50	40	35	50	20	15	15
21	80	60	50	55	65	30	25	15

CUADRO 5. Valores porcentuales de la reducción de la superficie lesionada en heridas y quemaduras. Cada valor representa la media de 5 determinaciones. Grupos A y A' electroestimulados; grupos B y B' tratados con - bacitracina-neomicina-polimixina; grupos C y C' tratados con nitrofurazona y grupos D y D' testigos no tratados.

## QUEMADURAS DE 2º GRADO

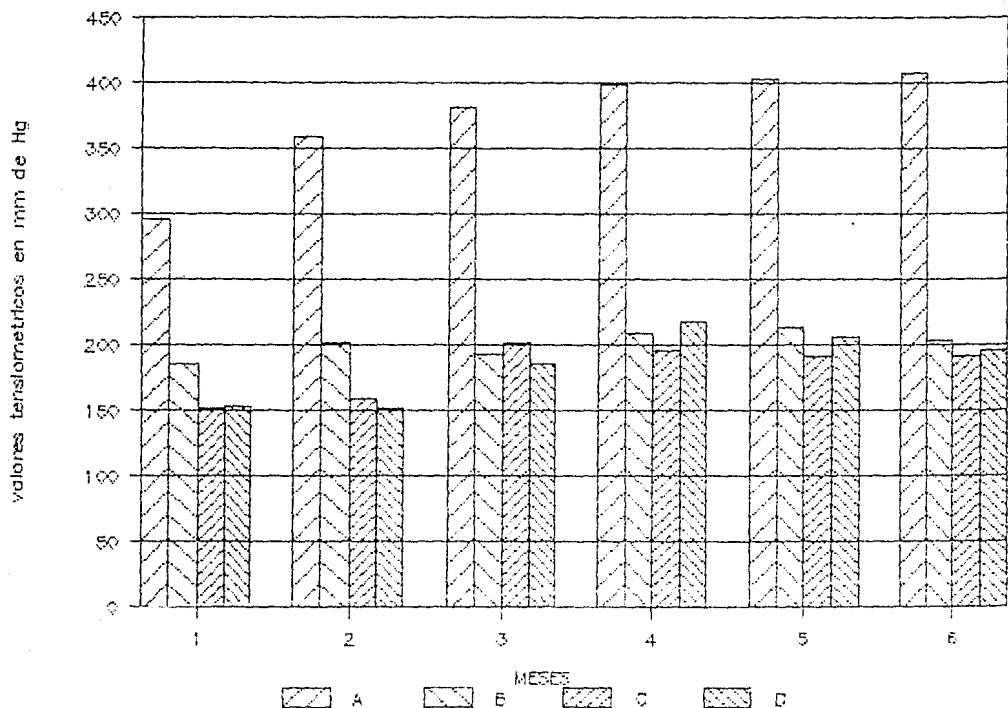


Fig. 5. Valores tensiométricos de quemaduras de 2º grado para los grupos A: electroestimulado; B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; C tratado con nitrofurazona y D testigo no tratado, durante 6 meses.

# HERIDAS

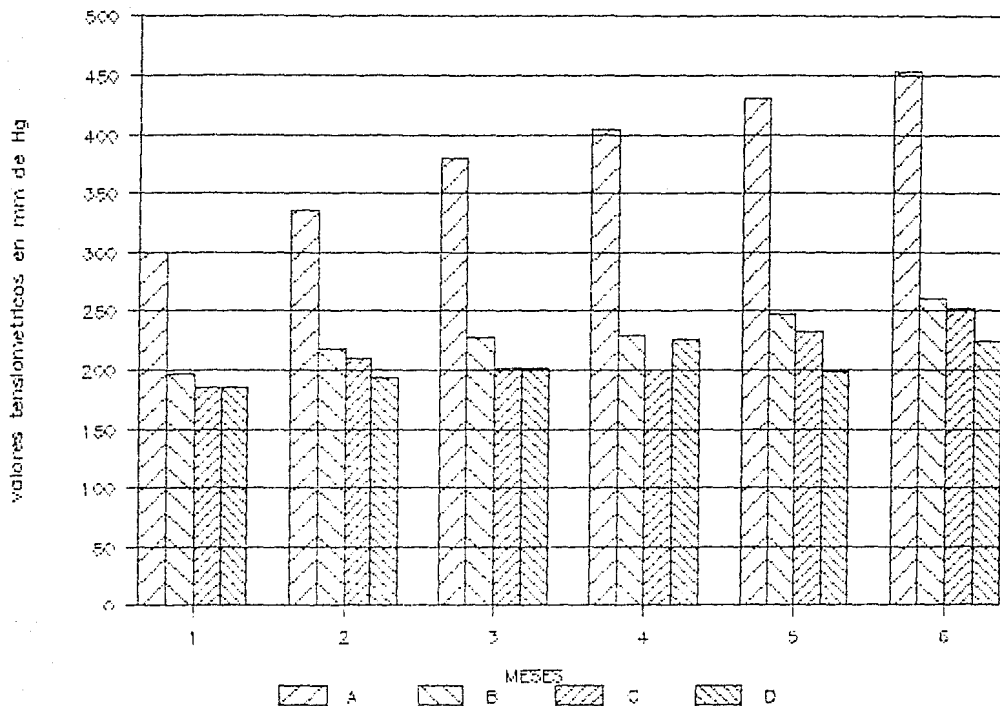


Fig. 6. Valores tensiométricos de heridas que cicatrizan por 2a. intención para los grupos A: electroestimulado; B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; C tratado con nítrufurazona y D testigo no tratado, durante 6 meses.

# HERIDAS

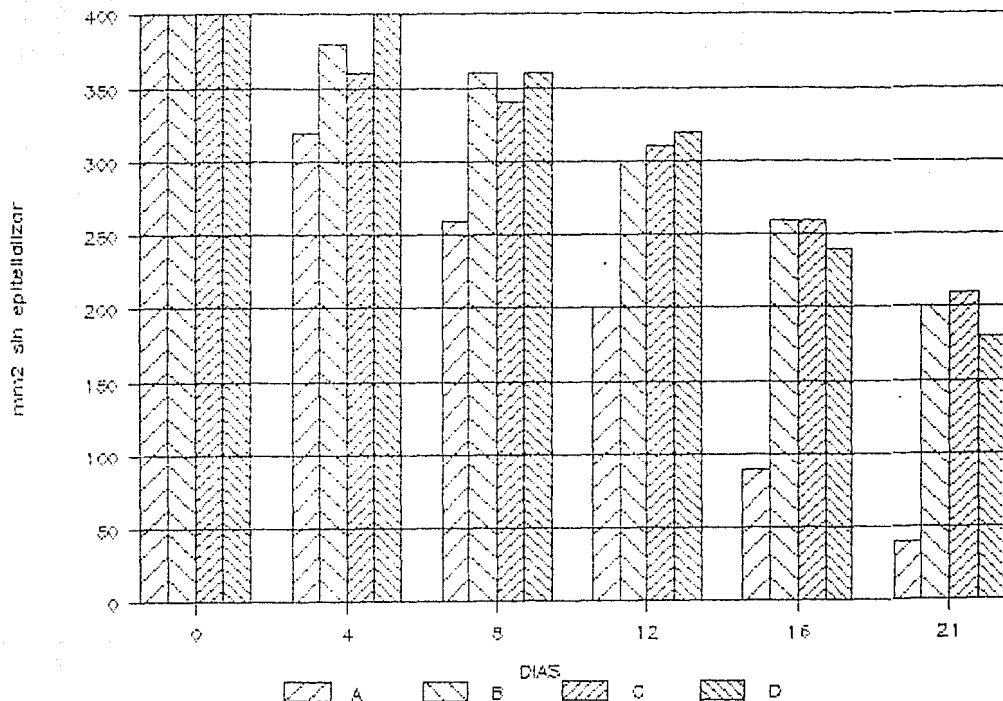


Fig. 7. Valores de los mm<sup>2</sup> sin epitelializar en heridas que cicatrizan por 2a. intención para los grupos A: electroestimulado; B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; C tratado con nitrofurazona y D testigo no tratado, durante 6 meses.

## QUEMADURAS DE 2º GRADO

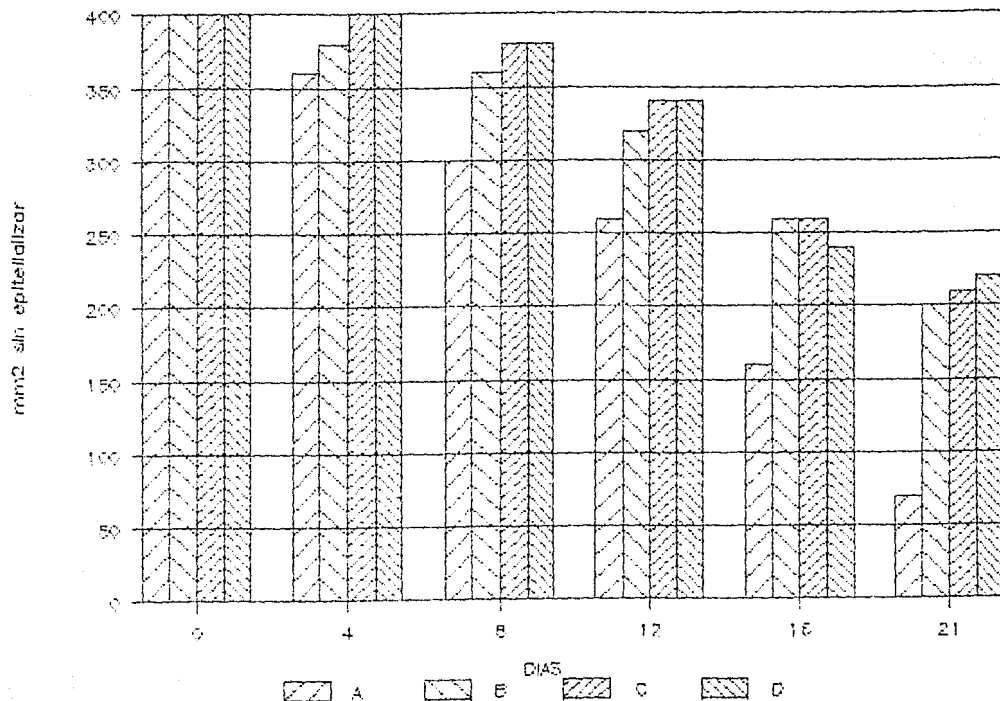


Fig. 8. Valores  $\text{mm}^2$  sin epitelializar en quemaduras de 2º grado para los grupos A: electroestimulado; B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; C tratado con nitrofurazona y D testigo no tratado, durante 6 meses.



# HERIDAS

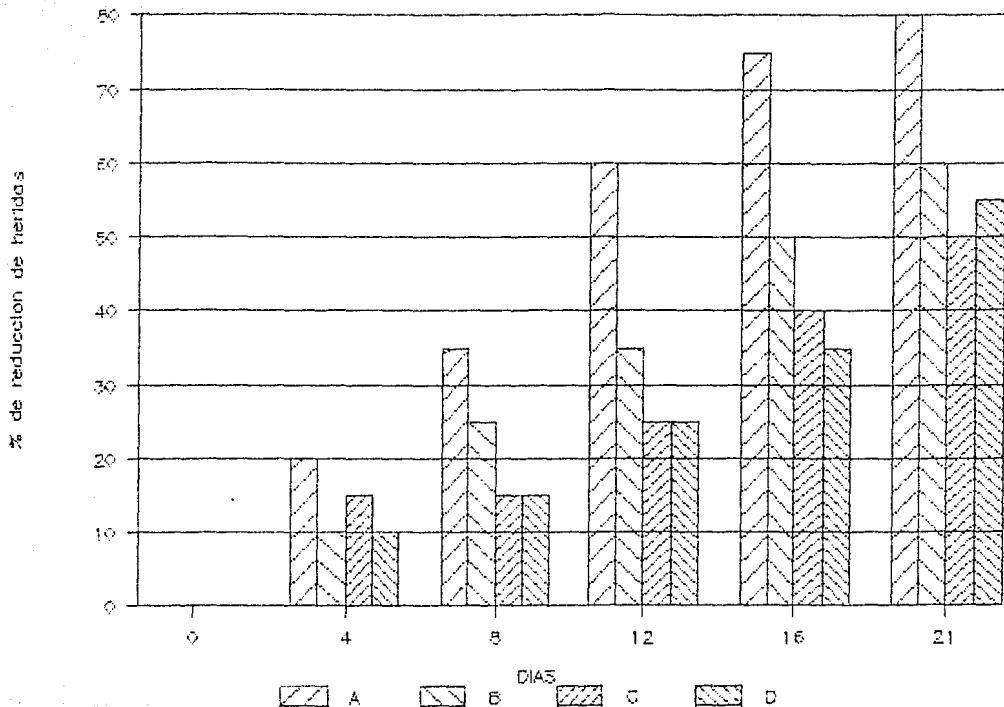


Fig. 9. Porcentaje de reducción de heridas que cicatrizan por 2a. intención para los grupos A: electroestimulado; B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; C tratado con nitrofurazona y D testigo no tratado, durante 6 meses.

## QUEMADURAS DE 2o. GRADO

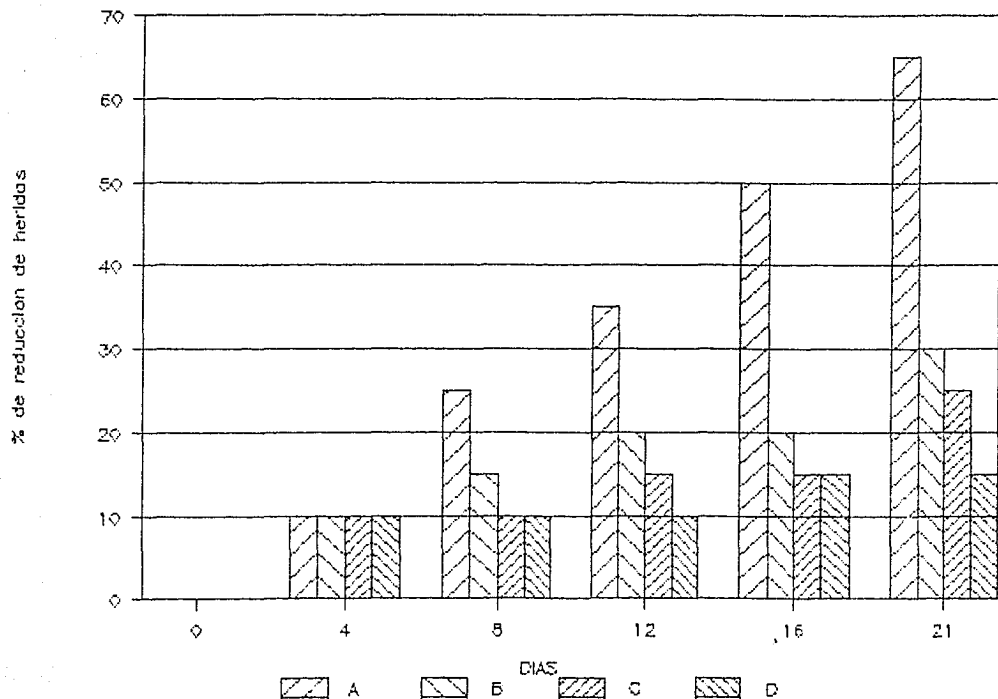


Fig. 10. Porcentaje de reducción de quemaduras de 2º grado para los grupos A: electroestimulado; B tratado con bacitracina-neomicina-polimixina; C tratado con nitrofurazona y D testigo no tratado, durante 6 meses.