

# La bioestimulación mecánica y la bioestimulación física como terapia frente a las fracturas conminutivas con gran pérdida de arquitectura ósea

**A. Tarragó Riverola**

Clínica Veterinaria «Sagrada Familia»,  
Barcelona.

Primer Premio AVEPA-PURINA  
Sección Cirugía

**Resumen.** El objetivo de este trabajo es presentar una forma de tratamiento nuevo a problemas traumatológicos de difícil solución y alto riesgo como son las fracturas conminutivas abiertas o cerradas con gran pérdida de arquitectura ósea.

Estos dos métodos que presentamos aquí, aunque muy dispares entre sí, mediante su efecto sinérgico proporcionan óptimos resultados.

La utilización de una bioestimulación mecánica mediante la resolución de la fractura usando la fijación externa y la aplicación de Laser He. Ne. IR. hacen que se consigan los siguientes resultados:

- 1 — Rapidez en la formación del callo
- 2 — Callo hipertrófico
- 3 — Analgesia
- 4 — No inflamación ni edema
- 5 — Funcionalidad precoz

**Palabras Clave:** Bioestimulación;  
Fijación externa; Laserterapia;  
Biomecánica.  
Aceptado para publicación:  
Abril 1987.

**Correspondencia:**

Dr. Alejandro Tarragó Riverola,  
Clínica Veterinaria «Sagrada Familia»,  
C/ Córcega 537, 08025 Barcelona.

*El tiempo nunca debe perderse porque es la esencia de la que está constituida la misma vida.*  
B. Franklin

## Abstract

*The aim of this paper is to present a new form of treatment for difficult, high risk traumatological problems such as open and closed comminuted fractures with marked loss in bone architecture.*

*The two methods presented, although highly different from each other, provide optimum results by means of their synergic effect.*

*The use of mechanical biostimulation by resolving the fracture with external fixation followed by He. Ne. IR. laser therapy give the following results:*

- 1) Rapid formation of a bone callus
- 2) Hypertrophic callus
- 3) Analgesia
- 4) No inflammation nor oedema
- 5) Prompt functional recovery

**Key Words:** Biostimulation; External Fixation; Lasertherapy; Biomechanics.

## Definiciones

**Bioestimulación.** Puede ser física, mecánica, química o fisiológica y consiste en el efecto que produce sobre el organismo la acción de estímulos que aumentan la actividad en las células y tejidos, en nuestro caso aceleran la *osteogénesis*.

**Fijación externa.** Montaje que se utiliza en Ortopedia para la fijación y reducción de fracturas. Consiste en fijar la fractura a partir de un equilibrio que proporcionamos desde el exterior del miembro.

**Laserterapia.** Podemos definir la terapia Laser como la aportación de energía lumínica (causa) que es responsable de los resultados terapéuticos (efecto).

Laser: — L (Light) Luz

— A (Amplification) Amplificación

— S (Estimulation) Estimulación

— E (Emission) Emisión

— R (Radiation) Radiación

Tipo de Laser utilizado: IR. He. Ne.

Emisión: 4 diodos de As. Ga., 1 tubo Laser He. Ne.

Potencia: 32 W. pico (Infrarrojo)

6,5 m W (He. Ne.)

Frecuencia: Variable de 100 a 2000 Hz. (infrarrojo).

Penetración: 5 cc. en tejidos blandos.

**Biomecánica.** Es el estudio vectorial de las fuerzas mecánicas que se ejercen sobre el miembro. En

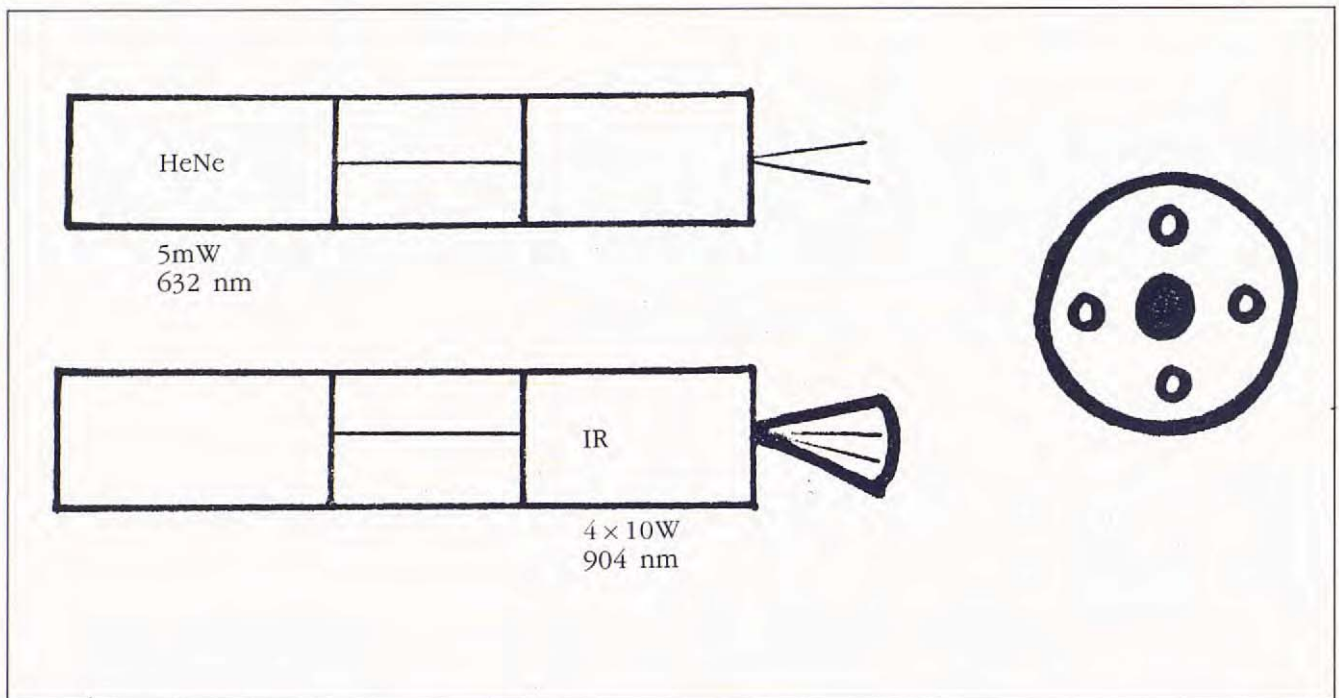


Fig. 1.

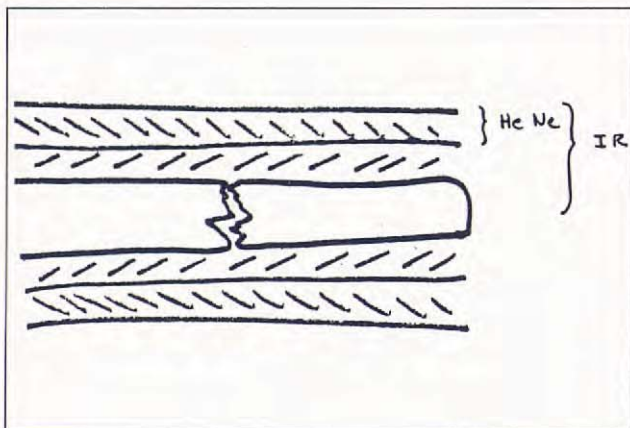


Fig. 2.

este caso, sobre el callo de fractura. Los *macro* y *micro* movimientos en todos sus sentidos, su representación física mediante vectores y su resultante representada cuantitativa y matemáticamente en mm., es el resultado positivo o negativo en cuanto a tiempo, deformación, consistencia y resistencia del callo de fractura, en definitiva de la resolución de la fractura.

### Introducción

La experiencia de la utilización del Laser en más de 800 casos de problemas osteoarticulares, músculo-esqueléticos y, en general, procesos de traumatología-ortopédica —con o sin cirugía como solución al problema— nos ha animado a describir de una forma objetiva y comparativa los resultados obtenidos al unir una bioestimulación mecánica y una bioestimulación física.

La bioestimulación mecánica nos la da la utilización del fijador externo para estabilizar y reestructurar este tipo de fracturas, y la bioestimulación física nos la proporciona la utilización del rayo Laser como terapia analgésica, antiinflamatoria y *bioestimulante* durante y después de la intervención quirúrgica.

Estos dos efectos de naturaleza distinta pero de efecto idéntico harán que la rapidez con que solucionamos el problema sea de gran utilidad en cirugía ortopédica veterinaria, y más en este tipo de lesiones que por su complejidad y gravedad suelen convertirse en problemas eternos, donde la fistulación, no unión, falta de crecimiento y pérdida por atrofia muscular de la funcionalidad acaban con la amputación del miembro o la eutanasia del animal.

Siempre en nuestra práctica hemos de procurar traumatizar lo mínimo posible la zona afectada y ofrecer una rápida recuperación funcional, ya que el apoyo precoz y la funcionalidad del miembro favorecerán la formación del callo de fractura con lo que la recuperación será inmediata.

### Material y Métodos

En primer lugar estudiaremos la acción bioestimulante del Laser. Trabajamos con un Laser He.Ne.IR con cañón (Fig. 1).

El rayo Laser actúa sobre la zona afectada en dos formas diferentes:

He. Ne. penetra 3,4 mm.  
IR penetra de 3 a 5 cm.

El He.Ne actúa sobre la pérdida a nivel de piel y tejidos blandos favoreciendo el efecto hidrostático



Fig. 3.



Fig. 5.

de la circulación microcapilar con lo cual evitamos la formación de edemas y acúmulo de líquidos en las zonas intervenidas. Se produce un efecto de filtrado y drenaje a través de la acción Laser sobre la microcirculación.

El efecto IR actúa sobre el hueso y el lugar de fractura estimulando directamente la osteogénesis.

Estos dos efectos en una misma radiación hacen que se complementen y actúen sobre toda la zona afectada (Fig. 2).

### Bioestimulación

El laser terapéutico produce dos efectos sobre el organismo: un efecto directo o primario que a su vez origina una acción bioquímica, bioeléctrica y bioestimulante, y un efecto indirecto o secundario que ejerce una acción sobre los estímulos de la microcirculación produciendo un efecto trófico.

Para que se produzca este efecto que ayudará en el proceso de consolidación del callo de fractura ha de existir una acción bioenergética. Para explicar toda esta problemática nos basaremos en los trabajos de Gurwich, que en 1920 comprobó que si colocaba un cultivo de tejido en la proximidad de otro, existía un crecimiento sincrónico de ambos. Si se repetía la experiencia colocando un cristal entre ambos no se producía el efecto anterior, pero si el cristal era de cuarzo reaparecía el proceso de sin-



Fig. 4.

sincronización en el crecimiento. La explicación es que existe un paso de fotones a través de la luz ultravioleta o infrarroja de muy pequeña intensidad pero polarizada y direccional, características éstas similares a la de la luz Laser.

Investigaciones de Ilyusin y col. en la U.R.S.S. han descrito la teoría del bioplasma: La materia orgánica consta de unas estructuras que a su vez están compuestas de parte material, parte bioquímica y parte morfológica. Este conjunto da a su vez una estructura energética superpuesta que llamamos bioplasma.

Basándonos en este principio podemos definir la enfermedad —proceso no fisiológicamente normal



Fig. 6.

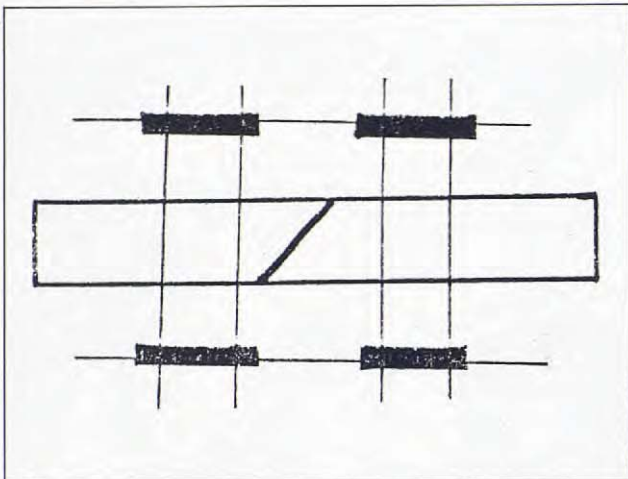


Fig. 7.

en el organismo— como una anomalía en el reparto energético del organismo, general o local. Las células enfermas emiten unas ondas más largas que las células sanas. El Laser actúa precisamente sobre las células enfermas de dos formas principales: Aportando energía a través de una emisión de fotones direccionales y polarizados que al aumentar el nivel energético celular normalizan el proceso patológico, o bien favoreciendo la comunicación celular.

El efecto bioestimulante y trófico-tisular del Laser, proporciona principalmente:

- Aumento en la producción de ATP mitocondrial.
- Incrementa la acción de síntesis de proteínas.

El Dr. Benedicenti y col. han demostrado que el incremento del ATP mitocondrial después de la radiación Laser es de un 22 %.

El efecto o estímulo trófico proviene de la unión del efecto a nivel circulatorio con el efecto potenciador de la producción de energía disponible en las

células. Después de la irradiación hay un aumento de la neoformación capilar y de la multiplicación celular. Lo que favorece la formación del callo por:

- Aumento de fibroblastos y fibras de colágeno.
- Aumento de la osteogénesis.
- Regeneración de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes.
- Incrementa la velocidad en la reorganización de las terminaciones nerviosas afectadas.

Hemos podido comprobar, y coincidimos con otros autores, que el Laser tiene un efecto bacteriostático. Basándonos en esta hipótesis podemos afirmar que en el organismo, cuando no está bajo ningún efecto estresante (dolor, inflamación, infección, etc.), la reconstrucción o recuperación de su economía será mucho más rápida.

Naturalmente, si no existe dolor ni inflamación, el animal apoyará el miembro accidentado prácticamente después de la intervención, con lo cual los micromovimientos que se efectuarán gracias a la elasticidad del fijador sobre el callo nos darán este otro efecto bioestimulante mecánico.

### Fijación Externa

El segundo componente de esta terapia es la bioestimulación mecánica proporcionada a la fractura al fijarla mediante la utilización del fijador externo.

El fijador que nosotros utilizamos consta de:

- Módulos portaclavos.
- Barras de unión.
- Clavos transfixantes roscados.
- Tuerca de anclaje de las barras de unión.
- Tuercas barra encastrables.
- Rótulas modulares.

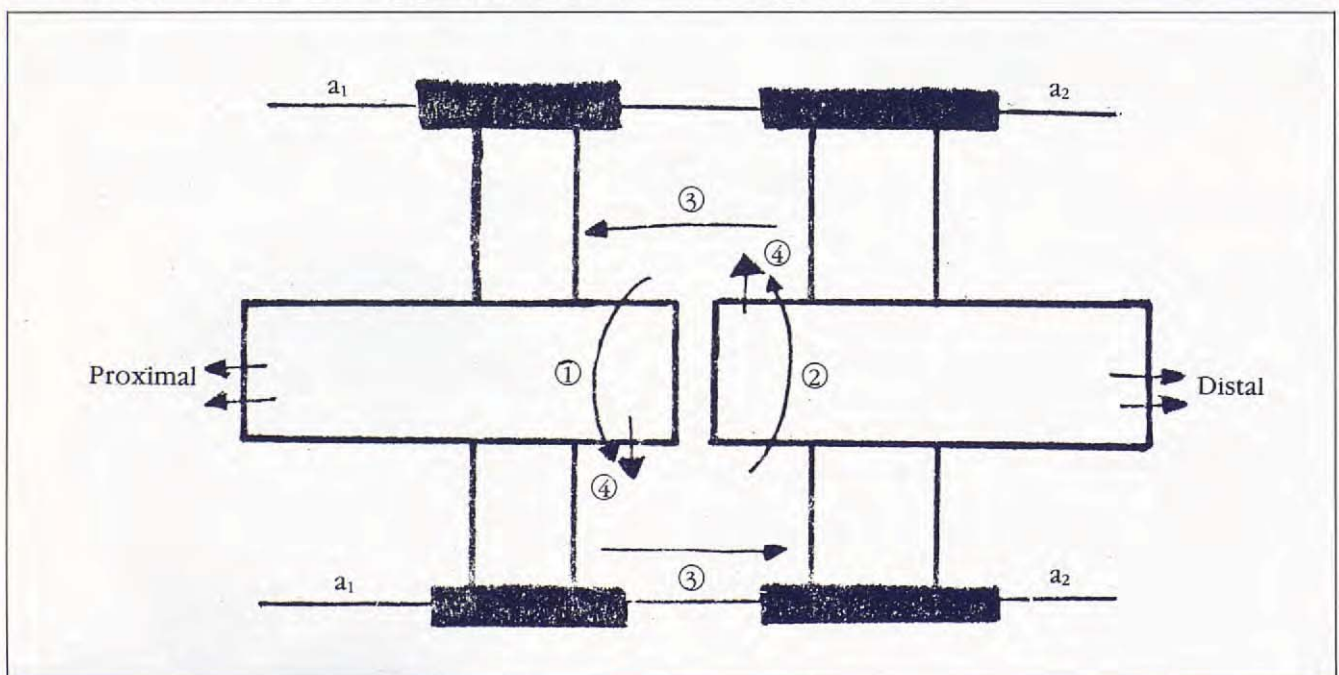


Fig. 8.

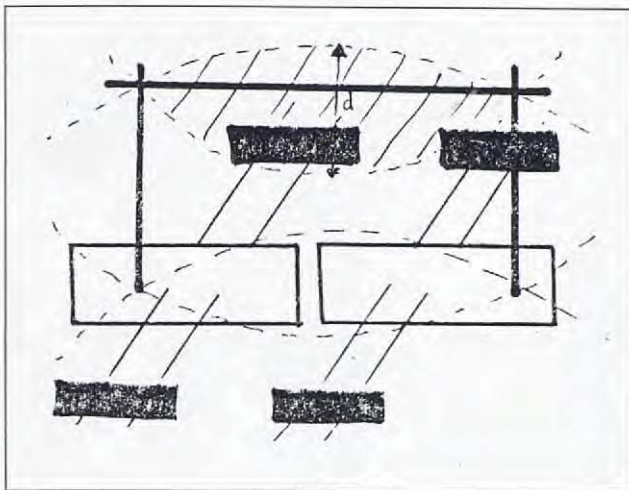


Fig. 9.

Las cualidades que encontramos en nuestro montaje son las siguientes:

1. Capacidad de tratamiento sea cual sea la fractura desde el punto de vista mecánico.
2. Al ser un sistema modular, facilita el montaje y cualquier tipo de maniobra que tenga que efectuarse.
3. Ligereza.
4. Rapidez en el montaje, lo cual acorta el tiempo de anestesia y de permanencia en quirófano.
5. Los clavos tienen un sistema original de anclaje que al no estar obligatoriamente sobre un mismo plano facilitan la adaptación al problema, y no sufren ninguna fuerza indeseable que podría perjudicar e incidir sobre la cortical del hueso.
6. Posibilidad de actuar en y cerca de las articulaciones con montajes muy simples.
7. Posibilidad de cualquier corrección postoperatoria sin necesidad de desmontar el sistema.
8. Se puede conseguir una neutralización estable, una compresión máxima y movimientos de distracción, pudiendo mover el hueso sin mover el fijador y viceversa.
9. Los movimientos de:
  - Curvatum
  - Anticurvatum
  - Rotación externa
  - Rotación interna

se pueden realizar sobre el hueso entero o sobre un fragmento.

En nuestra práctica habitual utilizamos dos sistemas de montaje: el cuadro simple (Fig. 7) y el doble cuadro (Fig. 9).

Si traducimos a efectos biomecánicos y fisiológicos la bioestimulación mecánica del fijador nos encontramos con que la estructura obtenida no es ni totalmente rígida ni estable. En todo momento podemos valorar un mínimo de cuatro movimientos (Fig. 8).

- Un movimiento de rotación interno y externo<sup>(1,2)</sup>.
- Un movimiento de distracción<sup>(3)</sup>.
- Un movimiento de zizalla o desplazamiento en escalera<sup>(4)</sup>.

En la biomecánica que hemos realizado, hemos po-



Fig. 10.

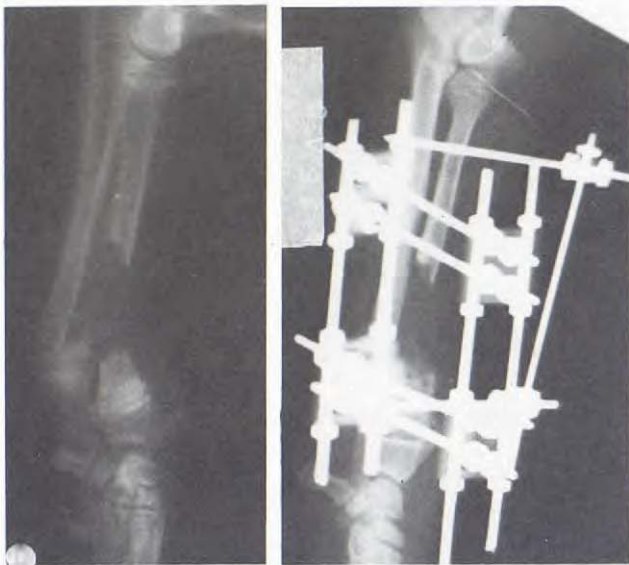
didado medir micromovimientos de distracción de hasta un mm. y movimientos de zizallamiento de hasta 3 mm. La unión de estos movimientos conduce a la formación de un callo hipertrófico, ya que como hemos visto antes existe un proceso de neoformación de los micro y macrocapilares, formación de tejido colágeno y aparición de tejido óseo por aceleración de la osteogénesis.

En el doble cuadro, aparte de los movimientos<sup>(1,2,3,4)</sup>, aparece un 5º movimiento que denominamos movimiento ballesta y que consiste en ofrecer al conjunto del sistema un efecto de suspensión fluctuante y que siempre será menor al del diámetro del huso geométrico que vemos representado en la Fig. 5.

Este doble cuadro o montaje en tercera dimensión tiene la ventaja de que actúa sobre el sistema temporalmente, ya que su acción es constante hasta el momento en que por estar casi constituido el callo de fractura desaparece casi o totalmente su movimiento.

En el momento en que la fractura empieza a consolidarse y adquiere mayor rigidez, todos los vectores de fuerza que hemos representado para los diferentes movimientos que se ejercen en la zona fracturaria empiezan a disminuir en intensidad. Por lo tanto, y coincidiendo con los puntos distales de apoyo (clavos transfixantes de la parte distal de la fractura), sufren mayor trepidación, lo cual puede dar lugar a la aparición de una pequeña lisis en el lugar de inserción, ya que el conjunto no permite los macro y micro movimientos que a consecuencia del montaje elástico siguen produciéndose.

Hemos comprobado que la única alteración posible es la físico-mecánica, no produciéndose ninguna de tipo biológico.

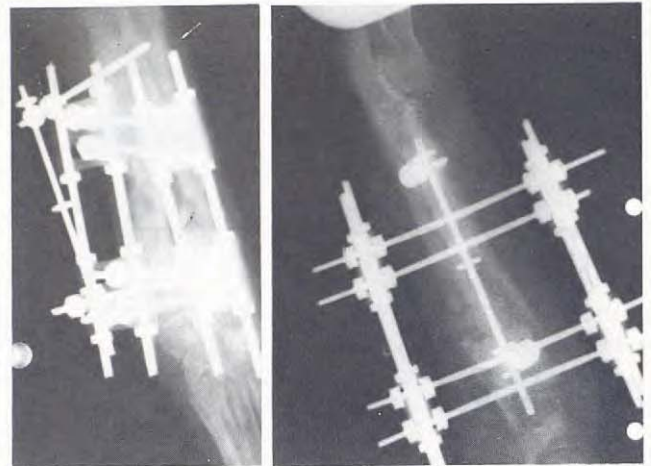


Figs. 11 y 12. Caso A.

La utilización del clavo roscado al igual que en los fijadores de Houffman, Houffman-Vidal, Perot... y en discordancia con una serie de autores que no admiten su uso, diremos que presenta tres ventajas fundamentales:

1. Temperatura en su aplicación al hueso: —El hueso se calienta de una forma más irradiada, menos localizada y más uniforme, ya que la expansión del calor es a modo de serpentin a través de las espículas de la rosca.
2. Buena fijación, ya que no permite los movimientos hacia adelante, hacia atrás y hacia los lados.
3. Estabilidad y bioestimulación máxima, ya que al no existir posibilidad del movimiento del clavo una vez transfixado permite la actuación bioestimulante del sistema.

Existen otro tipo de fijadores como el de Meynard, Richard, Lázaro... que utilizan agujas de estructura lisa que cumplen perfectamente su función. Hemos de



Figs. 13 y 14. Caso A.

valorar objetivamente cada fractura y aplicar el procedimiento adecuado ya que no hay una resolución tipificada para cada tipo de fracturas.

### Casos Clínicos

De la casuística clínica de estos últimos tres años, en los que de una forma sistemática venimos utilizando los dos métodos, vamos a describir los siguientes tres casos que por su complejidad y compromiso en su resolución creemos que pueden dar buena muestra de lo anteriormente descrito.

#### Caso A

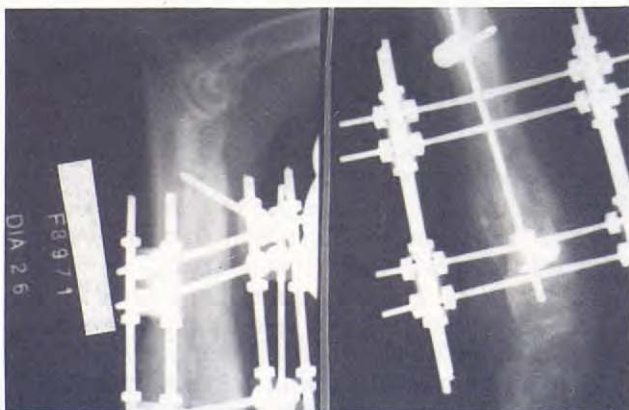
N.º de expediente clínico 8971-T.

Nombre del animal «Nina».

Hembra- Mestiza -25 Kg.- Tamaño grande -8 meses- caracter nervioso.

Fractura cúbito-radio epifisaria distal: muy grave.

Relación raza-peso: buena.



Figs. 15 y 16. Caso A.

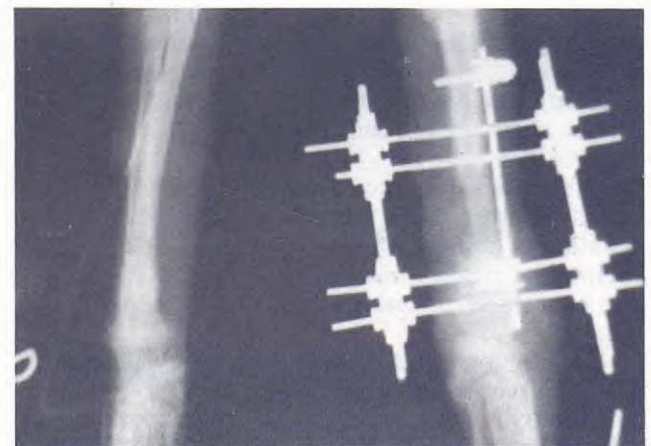


Fig. 17. Caso A.

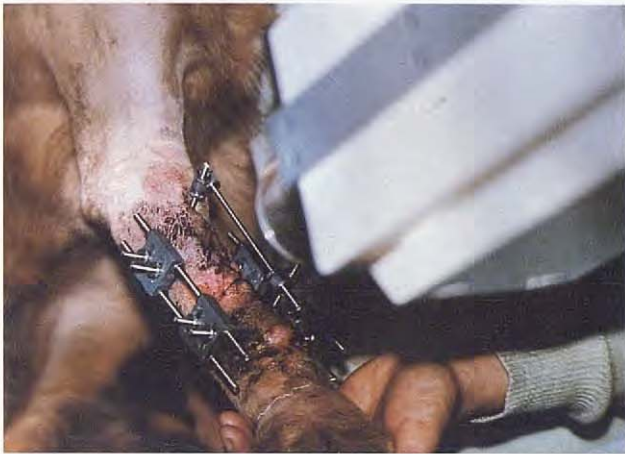


Fig. 18. Caso A.

Relación tamaño-peso: buena.  
Habitat: Libertad.

Anamnesis: La perra sufrió un accidente al caer en la montaña por un helero. Fue trasladada a la clínica estando casi seis horas con un torniquete colocado por debajo de la articulación húmero-cúbito-radial (propietaria médico).

El estado general del animal era correcto siendo sus constantes normales. Se procedió a la limpieza exhaustiva de la herida ya que la fractura era abierta. La observación radiológica manifestó la falta de un fragmento de 6,5 cms. de hueso de la zona diafisaria cubital. Se realizó la angiografía correspondiente y se procedió el chequeo bioquímico preoperatorio.

A las 24 horas se intervino quirúrgicamente al animal, estabilizando el miembro mediante una fijación externa que constaba de un cuadro simple y un doble cuadro de esfuerzo. La intervención se realizó a cielo abierto.

El animal permaneció hospitalizado durante ocho días durante los cuales se le aplicó una terapia Laser administrándole dos sesiones diarias de He. Ne. IR con una intensidad de 5,6 Jul/cm<sup>(2)</sup>.



Fig. 20. Caso A.

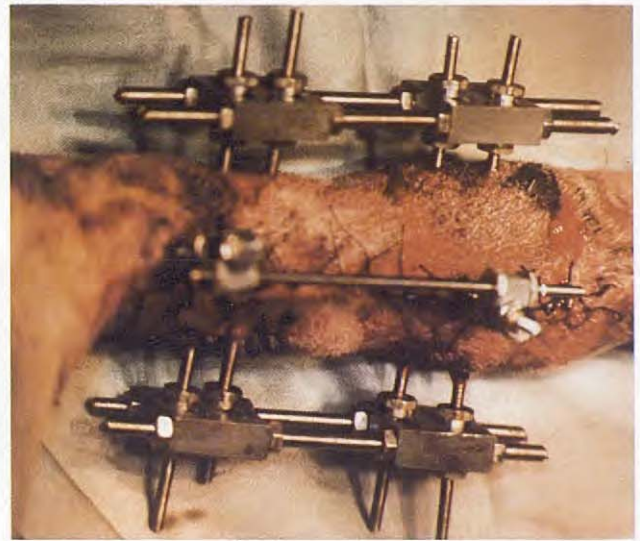


Fig. 19. Caso A.

#### *Evolución:*

31-I-85: Intervención

14-II-85: 1.<sup>a</sup> comprobación radiológica O.K.

25-II-85: 2.<sup>a</sup> comprobación radiológica O.K.

12-III-85: Sacar fijación.

Consolidación perfecta.

Callo hipertrófico.

Resultado obtenido: muy bueno.

Funcionalidad: apoyo inmediato a partir de las 24 horas de la intervención.

Apareció un pequeño problema de luxación carpal y se procedió a su solución al cumplir un año el animal.



Fig. 21. Caso A.



Fig. 22. Caso B.

### Caso B

N.º de expediente clínico: 5175-T.

Nombre del animal «Terry».

Macho -Mestizo -22 Kgs. -Tamaño grande -3 años -carácter dócil.

Fractura -conminutiva en zona metacarpiana con gran pérdida de tejido epidérmico muscular, tendosinovial y óseo (disparo con cartucho de perdigones).

Relación raza -peso: buena.

Relación tamaño- peso: buena.

Habitat: Libertad.

Anamnesis: El animal sufrió un disparo a bocajarro en la mano al entrar en una finca vecina, concentrándose la descarga en la zona metacarpiana produciendo graves lesiones a nivel dérmico, muscular, tendosinovial y óseo; lesionando gravemente la circulación de retorno. El estado del miembro era ede-

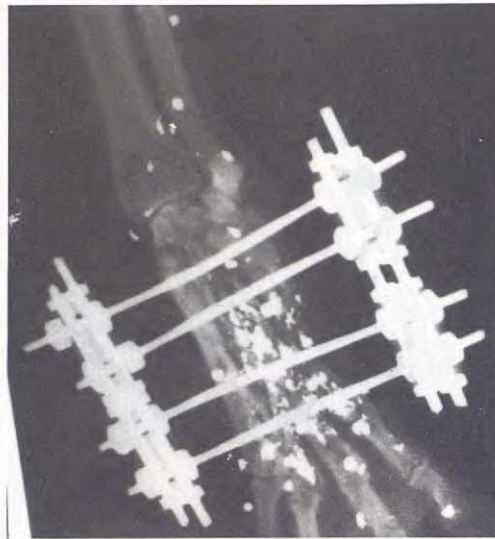


Fig. 23. Caso B.

matoso, proceso inflamatorio grave, apareciendo la extremidad fría y no respondiendo a ningún tipo de reflejo superficial ni profundo.

El exámen radiológico presentaba fractura conminutiva explosiva que afectaba a los cuatro metacarpianos, principalmente en las zonas diafisarias, existiendo una pérdida de continuidad estructural grave en el segundo y tercer metacarpiano.

Tratamiento: El animal fue sometido a partir de este momento a lavados por inmersión en agua caliente y limpieza de la herida con jabón antiséptico dos veces al día. Aplicación de pomadas con cortisona, administración de vitaminas A B y C, antibióticos



Fig. 24. Caso B.

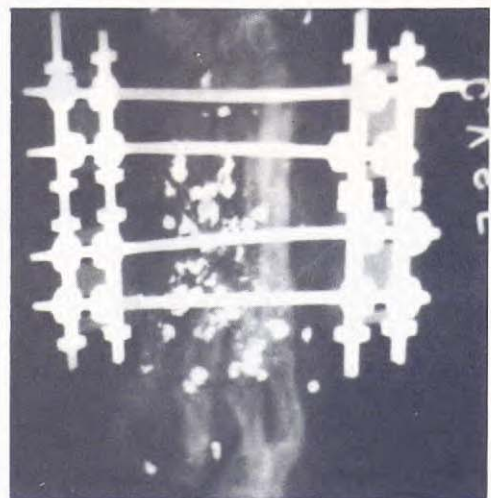


Fig. 25. Caso B.



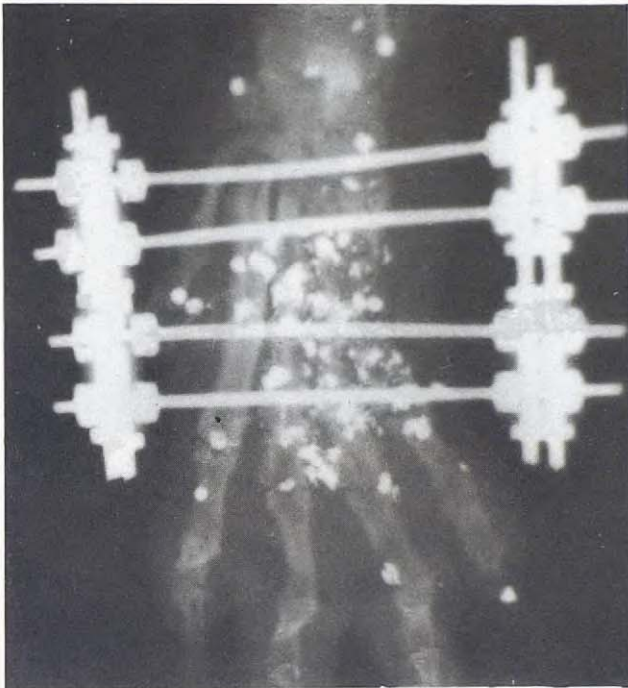


Fig. 26. Caso B.

y sulfamidas y se le irradió dos veces al día con Laser He. Ne. IR a una intensidad de  $3,6 \text{ Jul/cm}^2$  con barrido durante 40 minutos.

*Evolución:* El accidente se produjo el día 24-XII-84, el animal fue intervenido el 29-I-85. Durante este

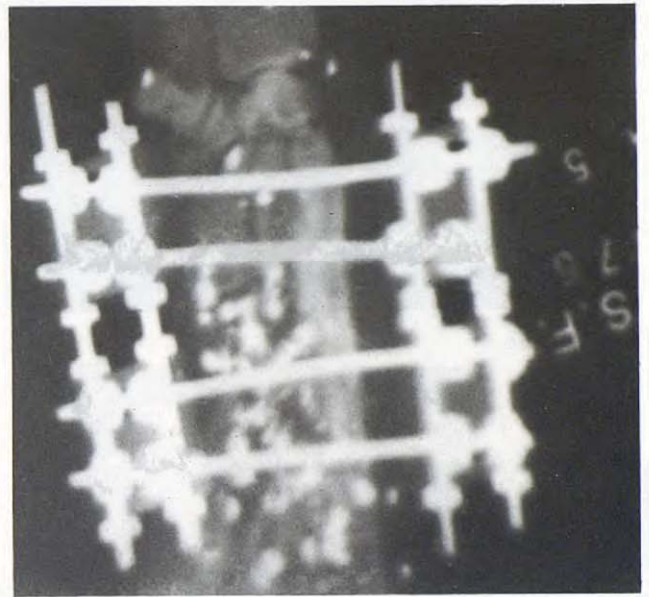


Fig. 27. Caso B.

período de tiempo se recuperó con la terapia anteriormente explicada la circulación normal del miembro, la sensibilidad, desapareciendo el dolor, la inflamación y el edema.

29-I-85: Intervención

5-II-85: 1<sup>er</sup> control radiológico O.K.

19-II-85: 2<sup>o</sup> control radiológico O.K.

21-III-85: 3<sup>o</sup> control radiológico O.K.



Fig. 28. Caso B.



Fig. 29. Caso B.

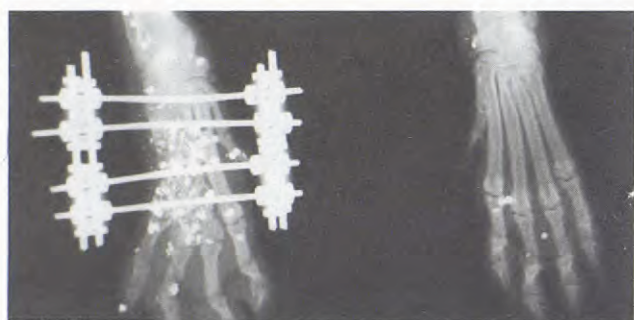


Fig. 30. Caso B.

25-IV-85: 4° control radiológico O.K.

2-V-85: Sacar fijadores

Consolidación perfecta

Callo débil

Resultado obtenido: muy bueno.

Funcionalidad: buena a partir del 6.º día.

Durante todo el proceso se le administró al animal dos veces por semana Laser He Ne IR con una intensidad de 5,6 Jul/cm<sup>2</sup>, durante 20-25 minutos.

A pesar de los cinco meses que el miembro estuvo sometido a la acción del fijador externo, no apareció ninguna alteración ni lesión dérmica y ósea, siendo la compatibilidad perfecta.

### Caso C

N.º de expediente clínico: 9476-T

Nombre «Petit»

Macho- Mestizo- 9 Kgs. -Tamaño pequeño- 2 años y medio- carácter dócil.

Fractura conminutiva diafisaria medial de tibia con abrasión total de tejido dérmico y muscular por quemadura al ser atropellado. Muy grave.

Relación raza- peso: buena.

Relación tamaño- peso: buena.

Habitat: Piso.



Fig. 32. Caso C.



Fig. 31. Caso B.

Anamnesis: El animal presentaba fractura abierta con pérdida total de recubrimiento dérmico y muscular por la cara interna de la tibia. La angiografía ascendente y descendente demostró la efectividad de un 80 % de la economía vascular de la zona.

El examen radiológico demostró pérdida de parte de la arquitectura ósea con pérdida de longitud en el hueso.

Tratamiento: Se procedió a la limpieza por inmersión en agua caliente y desinfección con jabón antiséptico de la zona afectada dos veces al día. Se sometió a la aplicación de la terapia Laser He. Ne. IR mediante barrido de la zona con una intensidad de 2,8 Jul/cm<sup>2</sup> dos veces al día durante los tres días que se tardó en intervenir quirúrgicamente al animal.

El accidente se produjo el día 7-V-85 y la intervención se realizó el 10-V-85.

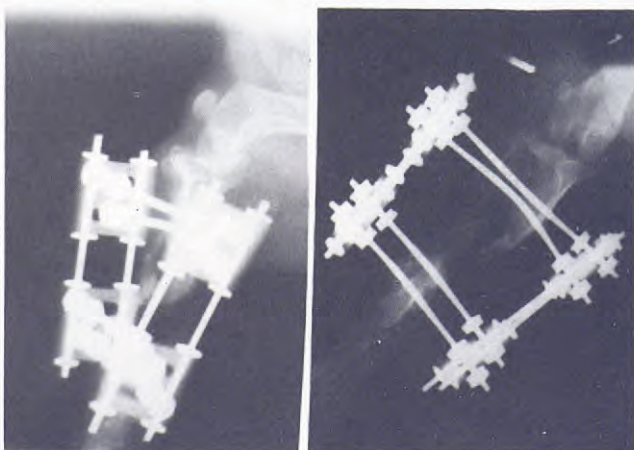
### Evolución:

10-V-85: Intervención

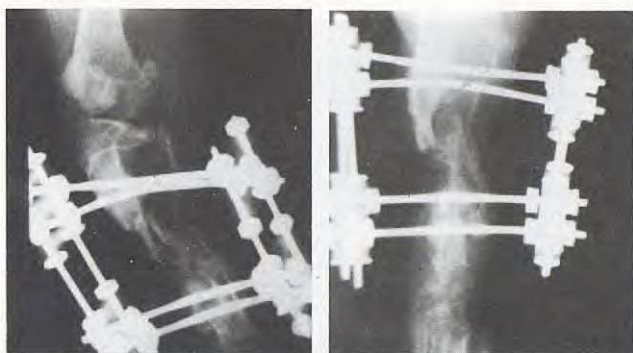
21-V-85: 1er. control radiológico O.K.

4-VII-85: 2.º control radiológico O.K

1.ª modificación (alargamiento).



Figs. 33 y 34. Caso C.



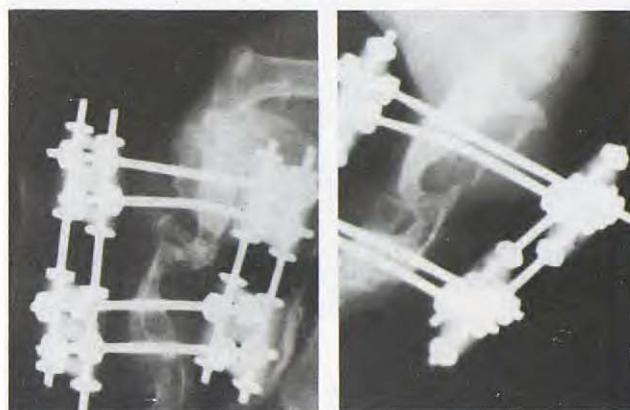
Figs. 35 y 36. Caso C.

4-IX-85: 3er control radiológico O.K.  
 31-I-85: 4.º control radiológico O.K.  
 2.ª modificación (alargamiento)  
 11-III-86: 5.º control radiológico O.K.  
 4-IV-86: Sacar fijadores.  
 Resultados obtenidos: muy buenos  
 Funcionalidad: muy buena a partir de las 48 horas de la intervención.

Después de haber permanecido el fijador casi un año en el hueso afectado, sólo se apreció una pequeña lisis en el primer clavo transfixante de la zona proximal, sin que ello ocasionara ningún tipo de problema.

Frente a estos tres casos descritos de máxima gravedad y de singular presentación del problema, existen todos los que de una forma más o menos grave llegan habitualmente a nuestra consulta, teniendo en cuenta que la complejidad que presentan las fracturas conminutivas abiertas o cerradas de los huesos largos siempre son graves y de compleja solución.

Hemos realizado un estudio estadístico desde 1983 para valorar y comparar los resultados obtenidos con



Figs. 37 y 38. Caso C.

éste y otros métodos. Los resultados son los siguientes:

#### Resultados obtenidos con la utilización de la bioestimulación mecánica y física

Valor absoluto	% O.K.	hueso
22	96	tibia
38	98,1	cúbito y radio
8	100	articulación, carpo tarso, metacarpo, metatarso.

Tanto en cúbito y radio como en tibia, el número de casos es representativo y los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, teniendo en cuenta que las estadísticas utilizando métodos tradicionales son más bajas en cuanto a resultados satisfactorios.

#### Estudio comparativo

- 1-A resolución de la fractura con placa sin Laser.
- 2-A resolución de la fractura con placa con Laser.



Figs. 39 y 40. Caso C.



Fig. 41.

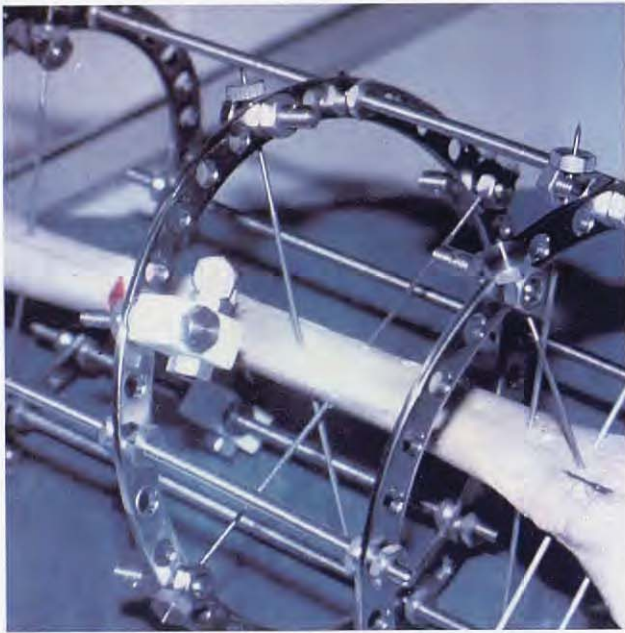


Fig. 42.

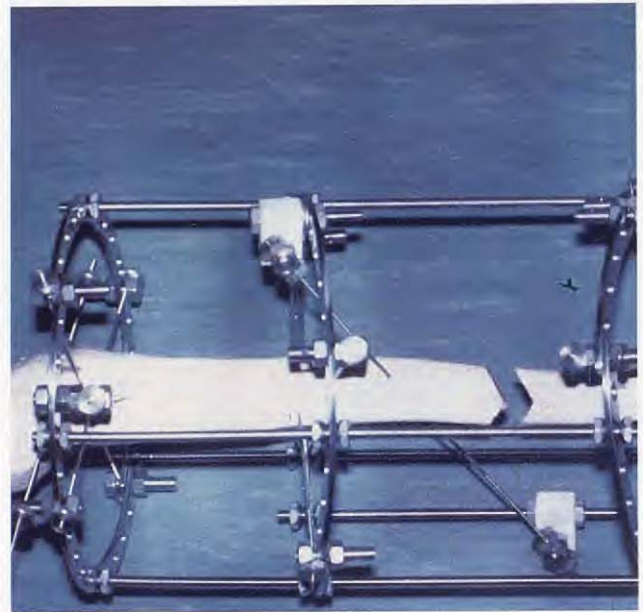


Fig. 43.

3-A resolución de la fractura con placa esponjosas con Laser.

4-A resolución de la fractura con placa esponjosa sin Laser.

1-B resolución de la fractura con fijador sin Laser.  
2-B resolución de la fractura con otros fijadores sin Laser.

3-B resolución de la fractura con agujas-clavo-esponjosas sin Laser.

4-B resolución de la fractura con agujas-clavo-esponjosas con Laser.

1-C resolución de la fractura por otros métodos-férulas-yesos-excelites sin Laser.

Tras repasar en nuestro banco de datos desde 1979 a 1986 las fracturas que presentaban conminución y pérdida ósea, tipificar los métodos empleados para su resolución y resultados obtenidos en cuanto a funcionalidad, tiempo del proceso o complicaciones que puedan haber surgido, podemos afirmar que, en general y de forma global, en los vasos en que el Laser no ha intervenido como terapia postoperatoria la duración del proceso se ha alargado en un 48 % más.

En cuanto a cúbito, radio y tibia, diremos que en los casos en los que no se ha utilizado la terapia que nosotros proponemos, los resultados satisfactorios obtenidos son los siguientes:

Cúbito y radio ..... 68 %  
Tibia ..... 72 %

Han aparecido problemas de infección, osteomielitis, osteolisis, pérdida de funcionalidad, procesos de no unión, fistulizaciones, movimiento del material de ferretería, reconstrucción débil del hueso y en muchos casos se ha tenido que recurrir a la reintervención.

El % en otros procesos ha sido del 85 % de éxito al utilizar otros métodos tradicionales. Pero sobre todo al incidir en las zonas articulares se han producido artrodesis o panartrodesis no deseadas.

### Discusión

Nos gustaría no cerrar el campo de posibilidades y apuntar aquí la posibilidad de soluciones no muy lejanas pero que por no tener una casuística representativa sólo nos atrevemos a presentar como bosquejo. Se trata de la utilización del fijador circular tipo Ilizarow modificado y la utilización de la bioestimulación Laser al mismo tiempo que la bioestimulación magnética (magnetoterapia).

Al incorporar el fijador circular podemos abordar este tipo de fracturas en las que existe una pérdida importante de sustancia ósea, generalmente en su zona diafisaria medial desde el plano sagital y transversal proporcionando con ello una mayor y completa estabilización y una bioestimulación más completa.

Si a esto le unimos el efecto del Laser He Ne IR potenciado por el efecto biestimulante de los campos magnéticos, la estimulación física será constante, total, e igual en cada punto, ya que el poder de penetración y expansión del campo magnético es superior al del Laser.

### Conclusiones

#### VENTAJAS:

- Laser. No dolor.....apoyo.....funcionalidad buena.
- No inflamación....no edema.....funcionalidad buena.
- Bacteriostático.....no stress fisiológico....funcionalidad buena.

Fijador: Poco traumático.  
Posibilidad de modificación.  
Ligero.  
Funcional.

Laser-Fijador: Tiempo mínimo proceso  
Resultado óptimo en clínica veterinaria

#### DESVENTAJAS:

Podemos decir que es un poco más molesto para el cliente ya que implica una dedicación superior al animal, pero si tenemos en cuenta el % de éxito y el tiempo de ahorro en la resolución de la fractura creemos que el resultado es satisfactorio.

#### Bibliografía

- EVANS y CHRISTENSEN. Miller's Anatomy of the dog. Saunders Company, 1979.
- M. JOSEPH BOJRAB. Current techniques in small animal surgery. Filadelfia, Lea y Febiger, 1975.
- D.L. PIEMATTEI y R.G. GREELY. Atlas des voies d'accès dans la chirurgie osseuse du chien et du chat. Libr. Maloine, 1971.
- W.G. WHITTICK D.V.M. Traumatología y ortopedia canina. Barcelona Aedos 1977, 2 Vols.
- H.R. DENNY. A guide to orthopaedic surgery. Blackwell Sc. Publ, 1980.
- GEOFF SUMMER-SMITH (col). Bone in clinical orthopaedics, a study in comparative osteology. W.B. Saunders Comp, 1982.
- CH. D. NEWTON y D.M. NUMAKER. Textbook of small animal orthopaedics. J.B. Lippincott Comp. Filadelfia 1985.
- J. SANDOVAL y E. AGÜERA. Anatomía aplicada veterinaria, caballo, vaca, perro. Córdoba 1985.
- W.O. BRINKER, R.H. HOHN, W.D. PRIEUR. Manual of internal fixation in small animals. Springer Verlag 1984.
- R.L. RUDY. Manejo de las fracturas de los miembros en los pequeños animales. Hemisferio Sur 1981.
- BRINKER PIERMATTEI FLO. Handbook of small animal orthopaedics and fracture treatment. Library of congress Cataloging in publication Data 1983.
- S. SISSON, J. DANIELS GROSSMAN. Anatomía de los animales domésticos. Salvat, Barcelona.
- K. AMMAN, E. SEIFERLE, G. PELLONI. Atlas de anatomía quirúrgica topográfico del perro. Paul Parey. Berlon y Hamburgo 1978.
- LUERA, M. y TARRAGO, A. Aplicación de los fijadores extraesqueléticos de Oms a las fracturas de tibia. Estudio comparativo con otros métodos. Ventajas e inconvenientes. M G, Barcelona 1986.
- TARRAGO, A. y LUERA, M. Fijación externa, alternativa ortopédica. «Noticias Neosán» 221: 73-80, Junio de 1986.
- J. COLLS. La terapia Laser hoy. Centro de doc. Laser, Barcelona 1984.
- A. MONEO. Laserterapia práctica. Ed. Cabal 1983.
- M.A. TRELLES. Soft Laser-terapia. Gráficas Enar 1982.
- A. ESCARDIGNO. Laser elementi di terapia e di radio protezione. Marrafese Ed. 1983.
- B. HERRERA GARCIA. Manual del Laser médico. Gráficas Esgar 1985.
- V. SMITH AGREDA, E. FERRES TORRES, M. MONTESINOS y M. CASTRO GIRONA. Cuaderno de Laserterapia, bases médico terapéuticas. Ed. Gregory 1985.
- V. SMITH AGREDA, E. FERRES TORRES, M. MONTESINOS y M. CASTRO GIRONA. Cuaderno de Laserterapia, bases médico anatomofuncionales. Ed. Grègory 1985.
- LUJOS KOVACS y SANDOR TIZZA. Aplicaciones biológicas y médicas del Laser. Ed. Las mil y una ediciones 1984.
- M.A. TRELLES, E. MAYAYO, C. SMITH, J.M. IGLESIAS y J. BARBER. Laser para la salud y la estética. Ed. Etecnes 1983.