

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**TERNERA HOLANDO CON FRACTURA DE METACARPO Y HÚMERO**

Por

Br. Natalia CRUZ  
Br. Rosana RIANI

TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título  
de Doctor en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD:  
CASO CLÍNICO

Montevideo  
Uruguay  
2014

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

\_\_\_\_\_  
Dr. Sebastián Adó

Segundo miembro (Tutor):

\_\_\_\_\_  
Dr. Carlos E. Rodríguez

Tercer miembro:

\_\_\_\_\_  
Dr. Richard Moller

Fecha:

14 de Octubre, 2014

Autores:

\_\_\_\_\_  
Br. Natalia Cruz

\_\_\_\_\_  
Br. Rosana Riani

## AGRADECIMIENTOS

A nuestros compañeros del grupo N°13 de Clínica de Rumiantes y Suinos 2012 por su colaboración en cuidados postoperatorios de la ternera.

Al Dr. Carlos Rodríguez por su colaboración y tutoría.

Al Dr. Sebastián Adó por su colaboración en las cirugías y seguimiento del caso.

Al Dr. Carlos Morón por brindarnos el caso clínico e información acerca de la ternera.

A todos los docentes del área de clínica de Rumiantes y Suinos por la disposición y colaboración en el manejo del caso.

A familiares y amigos por el aliento de siempre.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS .....	6
RESUMEN .....	8
SUMMARY .....	9
INTRODUCCIÓN .....	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	11
1) HUESOS: ESTRUCTURAS Y FUNCIONES .....	11
2) CICATRIZACIÓN ÓSEA .....	13
2.1. ETAPAS DE LA REPARACIÓN DE FRACTURAS .....	15
2.1.1. FASE INFLAMATORIA .....	15
2.1.2. FASE DE REPARACIÓN .....	15
2.1.3. FASE DE REMODELACIÓN .....	16
3) DEFINICIÓN DE FRACTURAS .....	17
3.1. TIPOS DE FRACTURAS .....	17
4) REPARACIÓN DE FRACTURAS .....	19
4.1. MÉTODOS DE REPARACIÓN .....	20
4.1.1. INMOVILIZACIÓN PRIMARIA .....	20
i. VENDAJE DE ROBERT-JONES MODIFICADO .....	20
4.1.2. MÉTODOS NO INVASIVOS .....	21
i. YESOS .....	21
ii. FÉRULA DE THOMAS Y COMBINACIÓN CON YESO .....	21
4.1.3. MÉTODOS INVASIVOS .....	23
4.1.3.1. FIJACIÓN ESQUELÉTICA EXTERNA .....	23
i. TIPO KIRSCHNER EHMER .....	24
ii. ILIZAROV .....	25
iii. WALKING CAST .....	27
4.1.3.2. FIJACIÓN ESQUELÉTICA INTERNA .....	28
i. CLAVOS INTRAMEDULARES S DE STEINMANN .....	28
ii. CLAVOS DE RUSH .....	30
iii. INTERLOCKING NAILS .....	31
iv. ALAMBRES ORTOPÉDICOS .....	32
v. PLACAS DE COMPRESIÓN .....	34
vi. TORNILLOS .....	36
vii. FIJADORES ESQUELÉTICOS EXTERNOS COMBINADOS CON CLAVOS INTRAMEDULARES .....	37
5) FRACTURA DE METACARPO .....	38
5.1. ETIOLOGÍAS Y PREVALENCIA .....	39
5.2. DIAGNÓSTICO .....	39
5.3. TRATAMIENTOS .....	40
5.3.1. TRATAMIENTO CONSERVADOR .....	40
5.3.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO .....	41
5.4. PRONÓSTICO .....	41
6) FRACTURA DE HÚMERO .....	42
6.1. SIGNOS CLÍNICOS Y DIAGNÓSTICO .....	42
6.2. TRATAMIENTOS .....	43
6.2.1. TRATAMIENTO CONSERVADOR .....	43

---

6.2.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	44
6.3. PRONÓSTICO.....	45
7) CUIDADOS POSTOPERATORIOS.....	46
8) COMPLICACIONES.....	47
OBJETIVOS.....	50
MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
MANEJO POSTOPERATORIO.....	65
DISCUSIÓN.....	70
CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	74
ANEXO 1.....	78
ANEXO 2.....	79

## LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

	Página
FIGURA 1. ....	11
FIGURA 2. ....	12
FIGURA 3. ....	13
FIGURA 4. ....	14
FIGURA 5. ....	16
FIGURA 6. ....	17
FIGURA 7. ....	18
FIGURA 8. ....	18
FIGURA 9. ....	22
FIGURA 10. ....	22
FIGURA 11. ....	24
FIGURA 12. ....	25
FIGURA 13. ....	25
FIGURA 14. ....	26
FIGURA 15. ....	27
FIGURA 16. ....	29
FIGURA 17. ....	31
FIGURA 18. ....	32
FIGURA 19. ....	33
FIGURA 20. ....	36
FIGURA 21. ....	38
FIGURA 22. ....	51
FIGURA 23. ....	52
FIGURA 24. ....	52
FIGURA 25. ....	52
FIGURA 26. ....	52
FIGURA 27. ....	53
FIGURA 28. ....	54
FIGURA 29. ....	54
FIGURA 30. ....	54
FIGURA 31. ....	54
FIGURA 32. ....	55
FIGURA 33. ....	55
FIGURA 34. ....	55
FIGURA 35. ....	56
FIGURA 36. ....	56
FIGURA 37. ....	56
FIGURA 38. ....	56
FIGURA 39. ....	56
FIGURA 40. ....	56
FIGURA 41. ....	57
FIGURA 42. ....	58
FIGURA 43. ....	58
FIGURA 44. ....	59
FIGURA 45. ....	59
FIGURA 46. ....	59
FIGURA 47. ....	60
FIGURA 48. ....	61

---

FIGURA 49.....	61
FIGURA 50.....	61
FIGURA 51.....	61
FIGURA 52.....	62
FIGURA 53.....	62
FIGURA 54.....	62
FIGURA 55.....	62
FIGURA 56.....	62
FIGURA 57.....	63
FIGURA 58.....	64
FIGURA 59.....	64
FIGURA 60.....	64
FIGURA 61.....	64
FIGURA 62.....	65
FIGURA 63.....	65
FIGURA 64.....	66
FIGURA 65.....	66
FIGURA 66.....	66
FIGURA 67.....	66
FIGURA 68.....	67
FIGURA 69.....	67
FIGURA 70.....	68
FIGURA 71.....	68
FIGURA 72.....	69
TABLA 1.....	22
TABLA 2.....	35
TABLA 3.....	37
TABLA 4.....	39
TABLA 5.....	41
TABLA 6.....	45

## RESUMEN

En el presente trabajo se describe un caso clínico de una ternera Holando de 5 días de edad que ingreso a la facultad de veterinaria UdelaR, con un diagnóstico presuntivo de fractura metacarpiana, posteriormente fue confirmado mediante radiografía que se trataba de una fractura diafisaria de metacarpo y fractura metafisaria distal de húmero en miembro anterior derecho. El tratamiento empleado en el metacarpo fue vendaje de Robert-Jones modificado, en el húmero la resolución definitiva consistió en la aplicación de cuatro clavos intramedulares (Steinmann) con fijadores esqueléticos externos. La de fractura de metacarpo fue resuelta con éxito, la fractura de húmero también pero con complicaciones por un error en la aplicación en unos de los clavos, sumado a que se trataba de un hueso inmaduro. La realización de los cuidados postoperatorios consistió en la toma de parámetros clínicos, fisioterapia, actividad física y un seguimiento mediante radiografías periódicas para evaluar la evolución de la fractura.

## SUMMARY

In this work, a clinical case of a five-day-old Holstein calf is described. Admitted at the Veterinary School – UdelaR (Universidad de la República by its acronym in Spanish) with a presumptive diagnosis of metacarpal fracture. After X-rays it was confirmed a metacarpal diaphyseal fracture and metaphyseal distal humerus fracture of the right forelimb. The treatment used in metacarpus was Modified Robert-Jones Bandage. Four intramedullary nails (Steinmann) were apply in the humerus with external skeletal fixation. The metacarpal fracture was met with success, but the humeral fracture was complicated by an error in the placement off one of the nails that it was added to inmature bone. Finally, the post-operative care consisted in taking clinic parameters, physical therapy, physical activity and follow up with periodic X-rays to assess the humeral fracture, loose and displacement of the nails.

## INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético para la producción en el ganado de carne y leche tienden a causar una discordancia relativa entre la vaca y el feto, esto lleva a aumentar los problemas de distocia (Aksoy y col., 2009). Ciertas prácticas de cruzamiento y transferencia de embriones han aumentado la incidencia de lesiones ortopédicas perinatales (St-Jean, 1996). En general, la manipulación inadecuada manual o mecánica, las fuerzas de los propietarios y a veces los veterinarios para ayudar en el parto pueden causar trastornos traumáticos en músculos, huesos, articulaciones, nervios y otros tejidos blandos que a menudo pueden conducir a la muerte del feto durante el parto o período postnatal (Aksoy y col., 2009).

En un estudio realizado por la Universidad de Kafka, Facultad de Veterinaria en el período de 2003 a 2008 fueron ingresados 511 terneros de los cuales 8,8% de los casos eran debido a fracturas provocadas por distintas razones y el 60% de éstos 8,8% presentaban fracturas causadas por manipulaciones inadecuadas en distocias (Aksoy y col., 2009).

Una fractura es una ruptura completa o incompleta en la continuidad del hueso o cartílago (Brinker y col., 2006). Existen varios tipos de fracturas, que se pueden clasificar de acuerdo a diversos patrones, según continuidad ósea (completas o incompletas), número de líneas de fractura, configuración de la fractura, grado de compromiso de la piel y los tejidos circundantes (abierta o cerrada) y de acuerdo a la localización anatómica (diafisarias, metafisarias o epifisarias) (St-Jean, 1996; Téllez Reyes, 1998; Johnson y col., 2005).

Las fracturas que comúnmente se dan en animales de producción, incluyen fracturas de metacarpo y metatarso (aproximadamente 50%), tibia (aproximadamente 12%), radio y cúbito (aproximadamente 7%), y húmero (<5%). Las fracturas de fémur, pelvis y fracturas de falanges también ocurren pero son menos frecuentes; fracturas del esqueleto axial (mandíbula, vértebras, costillas, pelvis) son aún menos comunes (Anderson y St-Jean, 2008).

La decisión de tratar una fractura en un animal de producción se realiza teniendo en cuenta el costo y la tasa de éxito del tratamiento, el valor económico, genético y el potencial del animal, la ubicación y el tipo de fractura, si es abierta o cerrada. La mayoría de los propietarios eligen tratamientos económicos para las fracturas con una alta tasa de éxito; otros eligen tratamientos de fracturas costosos, cuando se percibe que el ganado tiene un alto valor económico o potencial genético, incluso cuando la tasa de éxito que se estima es pobre (Adams, 1983; Anderson y St-Jean, 2008; Aksoy y col., 2009).

En comparación con los equinos, el ganado generalmente se considera un buen paciente ortopédico, siendo más tolerantes y con un excelente potencial de curación (Gamper y col., 2006). Las fracturas bovinas pueden ser tratadas con éxito por cualquier método de fijación externa o interna, o una combinación de ambas (Tulleners, 1986).

La relación entre cliente y veterinario se basa en la confianza, un veterinario que esté interesado en la ortopedia y dispuesto a asumir riesgos, puede ofrecer a un cliente a optar por una intervención quirúrgica o una eutanasia (St-Jean, 1996).

Las presiones sociales, problemas de bienestar animal y la forma de pensar de nuestros clientes está cambiando. Esto es a la vez una oportunidad y un reto para los veterinarios (St-Jean, 1996).

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1) HUESOS: estructura y funciones.

Macroscópicamente el hueso largo inmaduro se divide en cuatro regiones: fisis o placa de crecimiento (presente en uno o ambos extremos del hueso), epífisis (extremos del hueso), metáfisis (zonas ensanchadas vecinas a las epífisis) y diáfisis (cilindro hueco situado entre las metáfisis que contiene el principal suministro de sangre arterial para el hueso y médula ósea) (fig. 1). La placa de crecimiento es responsable de la mayor parte del crecimiento de huesos largos en los animales jóvenes, a través de un proceso llamado osificación endocondral (St-Jean, 1996).

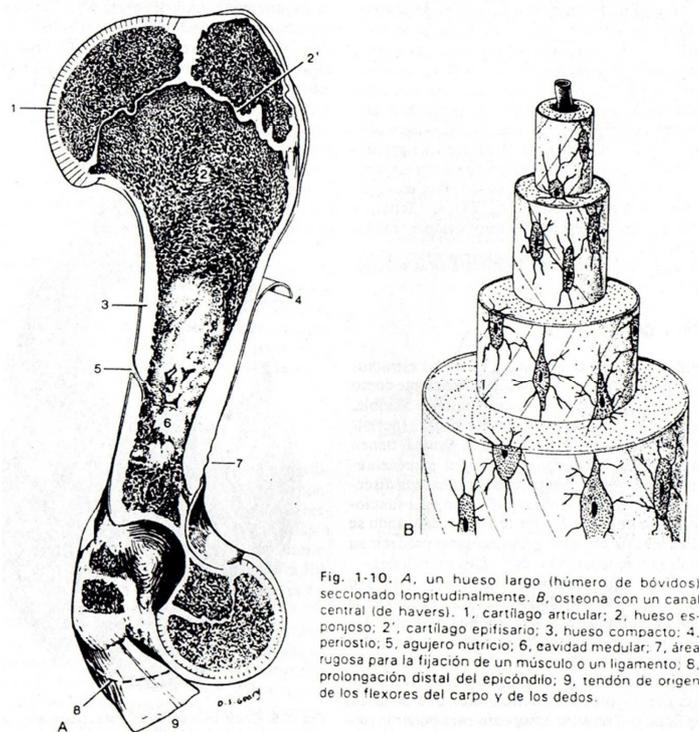


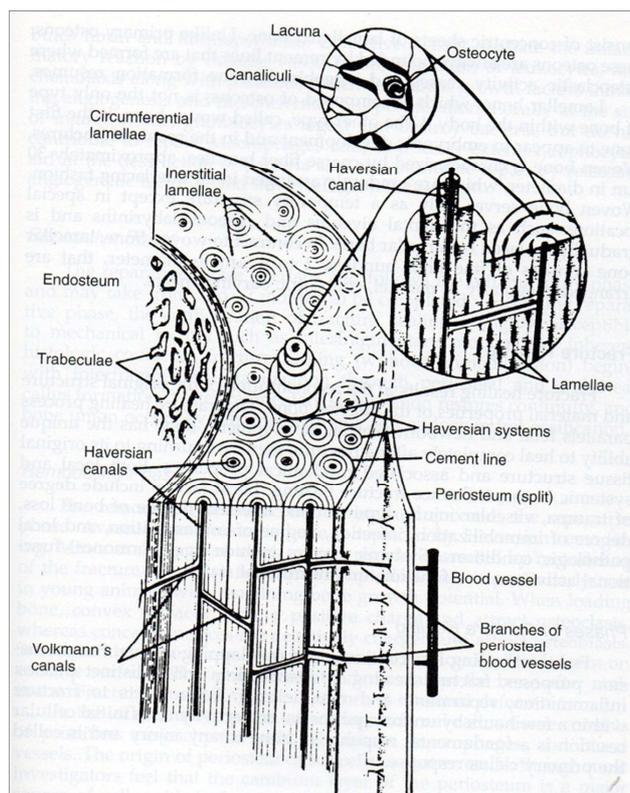
Fig. 1-10. A. un hueso largo (húmero de bóvidos) seccionado longitudinalmente. B. osteona con un canal central (de havers). 1, cartilago articular; 2, hueso esponjoso; 2', cartilago epifisario; 3, hueso compacto; 4, periostio; 5, agujero nutricio; 6, cavidad medular; 7, área rugosa para la fijación de un músculo o un ligamento; 8, prolongación distal del epicóndilo; 9, tendón de origen de los flexores del carpo y de los dedos.

Fig. 1. Anatomía de húmero bovino. Modificado Dyce y col., 1999

Todo hueso largo excepto en las regiones donde se sitúa el cartilago articular y donde se insertan los ligamentos, tendones o cápsulas articulares está cubierto por periostio. Este tiene dos capas, una capa externa fibrosa y una capa interna ontogénica. La capa externa está irrigada por vasos sanguíneos e inervada por fibras nerviosas y la capa interna por células osteogénicas necesarias para la curación de la fractura (St-Jean, 1996).

La estructura ósea está compuesta por osteoblastos y osteoclastos, responsables del constante recambio óseo a través de la formación de hueso (osteoblastos) y la reabsorción simultánea (osteoclastos). Los osteoblastos, que se originan a partir de células osteoprogenitoras fibroblásticas y células mesenquimales, cubren la mayor parte de las superficies óseas y son responsables de la formación de la matriz orgánica (osteóide) del hueso. Los osteoblastos producen la mayoría de los

componentes orgánicos del hueso, incluyendo colágeno, proteoglicanos y otras proteínas no colágenas (St-Jean, 1996). Los osteocitos son las células óseas que se encuentran en el interior del hueso y se encuentran rodeados de una sustancia fundamental intercelular compuesta por materia osteoide calcificada (Wheeler y col., 2004). La unidad fundamental de la médula es la osteona o sistema de Havers, en el centro de cada osteona hay un pequeño canal, llamado canal de Havers; que contiene vasos sanguíneos, fibras nerviosas, y canales de tipo linfático. La osteona se compone de una serie concéntrica de capas, o laminillas de hueso mineralizado que rodea un canal central, éste hueso es llamado laminar (St-Jean, 1996) (Fig. 2).



**Fig. 2.** Microestructura ósea. Modificado de St-Jean, 1996.

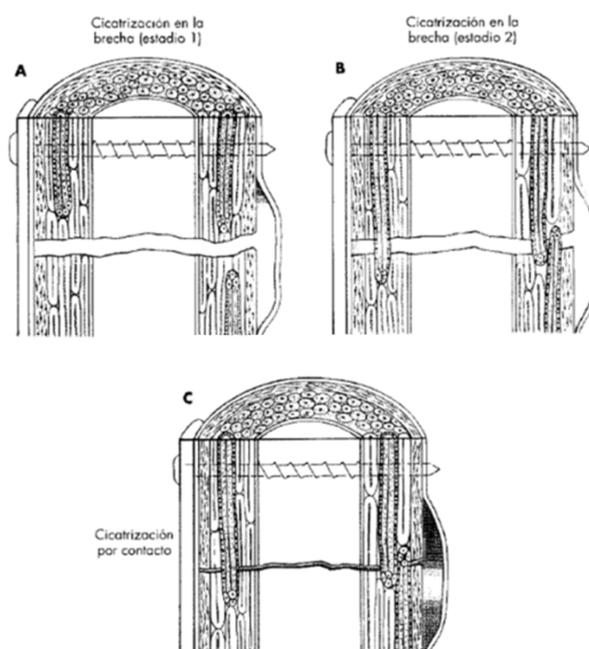
Existe otro tipo de hueso, llamado reticular que es el primer hueso que se forma en el desarrollo embrionario y en la reparación de fracturas. Este hueso se caracteriza por haces de fibras gruesas, aproximadamente de 30 micrómetros de diámetro, dispuestos al azar (St-Jean, 1996).

Las principales funciones del esqueleto son soportar el peso del cuerpo, proporcionar un sistema de palancas para usarlas en la locomoción y proteger las partes blandas (Dyce y col., 1999). Tiene un papel secundario en la homeostasis mineral actuando como depósito de calcio y fósforo (Dyce y col., 1999; Wheeler y col., 2004).

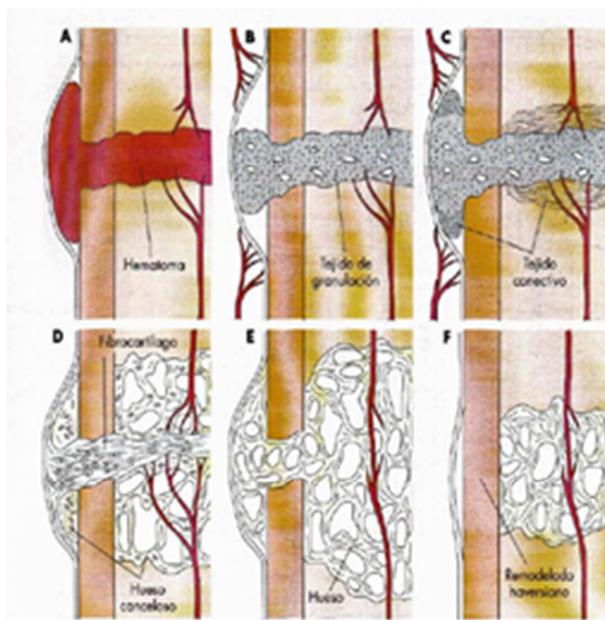
## 2) Cicatrización ósea

La cicatrización ósea es el proceso biológico que ocurre después de la disrupción del cartílago y/o hueso, para restaurar la continuidad tisular necesaria para su funcionamiento (Johnson, 2009); debido a que la arquitectura del tejido óseo depende de la función que él mismo desempeña y es capaz de cambiar cuando se modifica esta función (Pistani, 2012).

Ésta puede seguir dos patrones: cicatrización directa en donde la cicatrización ósea se realiza directamente en el sitio fracturario por remodelación, sin un estadio de cartílago intermedio y ocurre cuando los dispositivos de fijación mantienen una absoluta estabilidad de los fragmentos (Johnson, 2009) (Fig. 3) o cicatrización indirecta en donde la curación se realiza por medio de un callo, se forma un tejido fibroso intermedio o fibrocartílago y posteriormente se sustituye por hueso (St-Jean, 1996) (Fig. 4).



**Fig. 3.** Cicatrización ósea directa, A. la brecha es ocupada con hueso fibroso; B. reconstrucción longitudinal del hueso con remodelado Haversiano; C. cicatrización ósea por contacto ocurre cuando los fragmentos óseos están en contacto bajo fijación rígida, la unión y la reconstrucción con remodelado Haversiano ocurren en forma simultánea. Modificado Johnson, 2009.



**Fig. 4.** Cicatrización ósea indirecta, A. el defecto es ocupado por un hematoma; B. tejido de granulación; C. tejido conectivo; D. fibrocartilago que luego se mineraliza; E. Hueso; F. remodelado Haversiano para eliminar callo. Modificado Johnson, 2009.

Factores locales como sistémicos influyen en la curación de fracturas. Factores locales incluyen el grado de traumatismo, lesión vascular, tipo de hueso afectado, grado de pérdida de hueso, grado de inmovilización, infección, grado de contaminación y condiciones patológicas locales. Los factores sistémicos incluyen edad, hormonas, actividad funcional, función nerviosa y estado nutricional (St-Jean, 1996).

La estabilización ósea es una condición primordial para una buena regeneración y vascularización ósea. No obstante, intervenciones quirúrgicas estabilizadoras también pueden alterar la vascularización y regeneración ósea de manera importante (Wheeler y col., 2004).

Todos los procesos fisiológicos que suceden dentro del hueso, incluidos los procesos reparadores durante la consolidación fracturaría, dependen de una adecuada irrigación sanguínea. La circulación normal en los huesos largos consiste en una irrigación aferente a partir de la arteria nutricia principal, arterias metafisarias proximal y distal y arterias periosticas. A diferencia de los animales maduros, los inmaduros poseen numerosas arterias que perforan el hueso, corriendo longitudinalmente sobre la superficie periótica. Las metafisis y epífisis tienen irrigaciones sanguíneas separadas y en general no se comunican a través de la fisis cartilaginosa (Wheeler y col., 2004; Johnson, 2009).

La circulación medular se disrumpe en la mayoría de las fracturas de huesos largos. Inicialmente, los componentes existentes de la vasculatura normal se acrecientan para irrigar el área lesionada. Asimismo, desarrolla una irrigación vascular extra ósea transitoria en los tejidos blandos y periferia de la fractura para nutrir al callo periostico temprano. A medida que se progresa la cicatrización ósea y se restaura la estabilidad, se restablece la perfusión sanguínea medular. Finalmente, declina la circulación extra ósea y domina el flujo centrífugo medular normal (Wheeler y col., 2004; Johnson, 2009).

## 2.1. Etapas de la reparación de fracturas:

2.1.1. Fase inflamatoria: al recibir un traumatismo y fracturarse un hueso, los vasos sanguíneos que corren a través de los canalículos de Havers se rompen en el sitio de fractura, produciéndose inmediatamente una hemorragia local interna e incluso externa, la cual se extiende hacia el periostio, canal medular y tejidos blandos adyacentes formando un hematoma y posteriormente un coágulo, el cual está determinado por la naturaleza y extensión del traumatismo que produjo la fractura, así como el daño a los tejidos blandos adyacentes. El hematoma probablemente juega un pequeño papel mecánico en la inmovilización de la fractura, pero sobretodo, sirve como base fibrosa en la cual las células actúan reparando anatómicamente el hueso e iniciando la restauración de la función (Wheeler y col., 2004). Esta fase comienza inmediatamente después de iniciada la fractura y persiste durante 3-4 días dependiendo del tipo de fractura. Clínicamente, el final de la etapa inflamatoria coincide con la disminución del dolor y la tumefacción (Johnson y col., 2005). Las fracturas causan la interrupción de la vasos medulares y la posterior extravasación de sangre, dicha interrupción del flujo sanguíneo conduce a isquémica y necrosis de hueso. Las propiedades angiogénicas del hematoma están mediadas a través del factor de crecimiento del endotelio vascular; a su vez la acidez y citoquinas locales presentes en el exudado se acumulan en el área lesionada y complementan este efecto. También mediadores inflamatorios como prostaglandinas E1 y E2 pueden estimular la angiogénesis y pueden ser responsables de la señalización de la resorción ósea temprana por los osteoclastos y la proliferación de células osteoprogenitoras. Los mastocitos que contienen sustancias vasoactivas son abundantes durante esta etapa y contribuyen a la formación de nuevos vasos. Los fagocitos mononucleares provenientes de estos nuevos vasos llegan para facilitar la remoción de hueso necrótico y ayudar en la construcción del callo. Los macrófagos también se cree que organizan la curación de heridas cutáneas y contienen varios factores de crecimiento, tales como el factor de crecimiento fibroblástico e inician la fibroplasia tanto en tejidos blandos como en tejido óseo. El hematoma es reabsorbido al final de la primera semana a menos que la infección, movimiento excesivo o extensa necrosis de los tejidos blandos persistan en el sitio de la fractura (Johnson y col., 2005).

2.1.2. Fase de reparación: ésta fase sigue la fase inflamatoria y pueden tomar de 2 a 12 meses para ser completa (St-Jean, 1996). En ésta fase se comienza a producir el callo óseo el cual es primero un tejido fibroso, luego cartilaginoso y finalmente hueso joven o inmaduro (Wheeler y col., 2004).

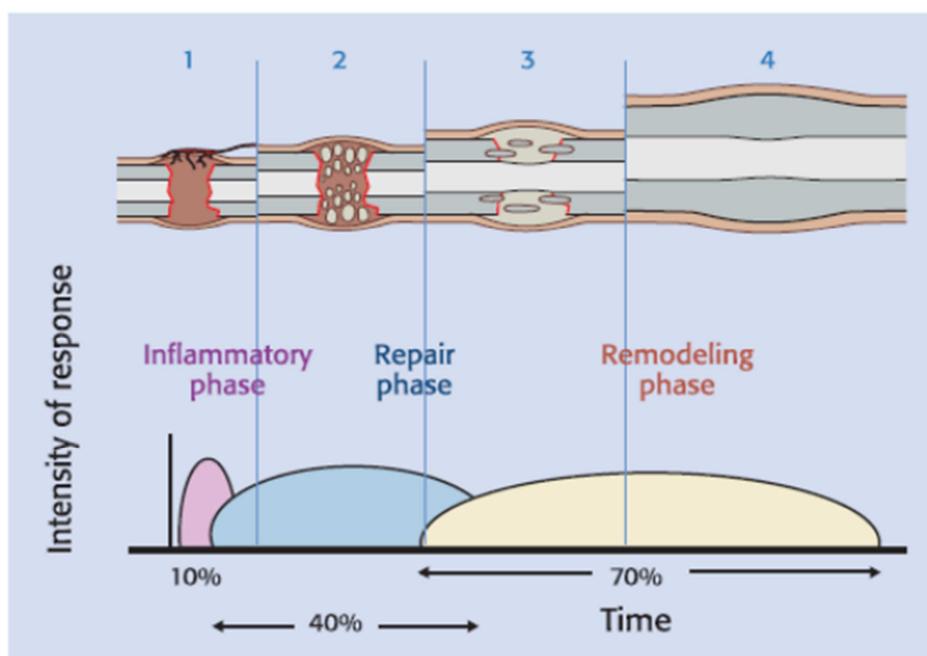
El hematoma que se forma en el sitio de la fractura y alrededor de ésta, va a desarrollar las primeras fases de reparación con auxilio de las estructuras blandas cercanas a la fractura y con la participación de células osteogénicas, que van a proliferar a partir del periostio para formar un callo externo y en menor grado, del endostio para formar un callo interno. Si el periostio está gravemente lesionado, las células de la reparación se van a originar a partir de células mesenquimatosas indiferenciadas que se encuentran en los tejidos blandos circundantes. En las primeras fases de reparación de la fractura existe una proliferación masiva de células osteogénicas, que van a producir un crecimiento rápido de tejido osteogénico y para el final de las primeras semanas el callo óseo se compone de una gruesa masa envolvente de este tejido. Histológicamente la etapa de maduración del callo se caracteriza por ser en principio blando de consistencia casi líquida y

progresivamente se va endureciendo como un pegamento que lentamente se solidifica, por lo que el hueso fracturado va teniendo mayor tenacidad y resistencia (Wheeler y col., 2004).

El callo se origina a unos milímetros de cada fragmento óseo del periostio y endostio no dañados. En pocos días se forma un anillo de callo alrededor de los extremos de cada fragmento óseo y a medida que este anillo va creciendo, va levantando la capa superpuesta de periostio. Mientras esto sucede, las células osteogénicas más cercanas a la superficie ósea van depositando la matriz de colágeno, que rápidamente se calcifica (Wheeler y col., 2004).

2.1.3. Fase de remodelación: esta fase final de la reparación de la fractura se caracteriza por la adaptación morfológica del hueso para recuperar su función y su fuerza óptima (Johnson y col., 2005). Una vez que ya se logró la consolidación de la fractura, la masa excesiva de callo óseo ya sea interno o externo se reabsorbe gradualmente y entonces el hueso vuelve a recuperar de ésta manera su diámetro casi normal (Wheeler y col., 2004). J. Wolff (1892) afirmó que el hueso se deposita donde se necesita, y se elimina donde no se lo requiere (efecto piseoeléctrico) (citado por Wheeler y col., 2004). Al cargar el hueso, superficies convexas llevan a una carga positiva y atraen a los osteoclastos, mientras que las superficies cóncavas están cargadas negativamente y atraen a los osteoblastos. Este fenómeno tiende a realinear el hueso después de la consolidación viciosa (St-Jean, 1996).

La Remodelación del callo interno permite el restablecimiento de la cavidad medular en la diáfisis de huesos largos (Johnson y col., 2005) (Fig. 5).



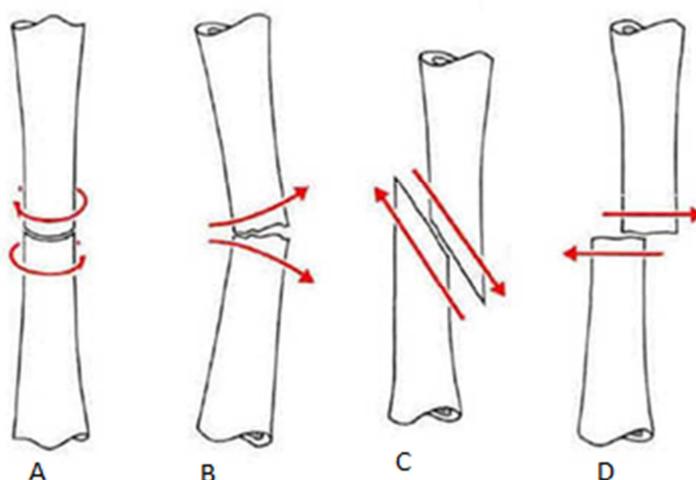
**Fig. 5.** Cicatrización ósea secundaria en fracturas inestables: El paso a través de diferentes etapas y tejidos aumenta la rigidez y fuerza conduciendo a un entorno biomecánico estable y permitiendo la formación de hueso. Modificado Johnson y col., 2005.

### 3) Definición de fracturas:

Se define fractura como una solución de continuidad en el tejido óseo, que puede producirse por múltiples causas, ya sean metabólicas, patológicas o por factores externos al individuo (Slatter, 2006).

Una fractura es una ruptura completa o incompleta en la continuidad del hueso o cartílago. La fractura se acompaña de diversos grados de lesión en el tejido blando circundante, incluyendo el suministro de sangre y la función comprometida del aparato locomotor (Brinker y col; 2006).

Las fuerzas que debe superar el hueso son de tensión, rotación, flexión, cizallamiento y compresión. La sumatoria de todas ellas (fuerza neta) debe ser igual a cero (Fig. 6). Pero cuando esto no sucede y hay fuerzas que superan la resistencia del hueso, se produce la fractura (Johnson, 2009).

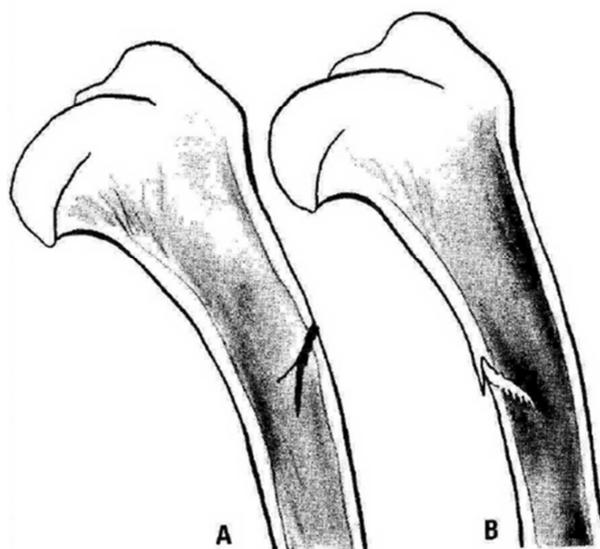


**Fig. 6.** Fuerzas fisiológicas que soporta el hueso, A. rotación; B. flexión; C. compresión; D. cizalla. Modificado de Rodríguez C. E., 2009.

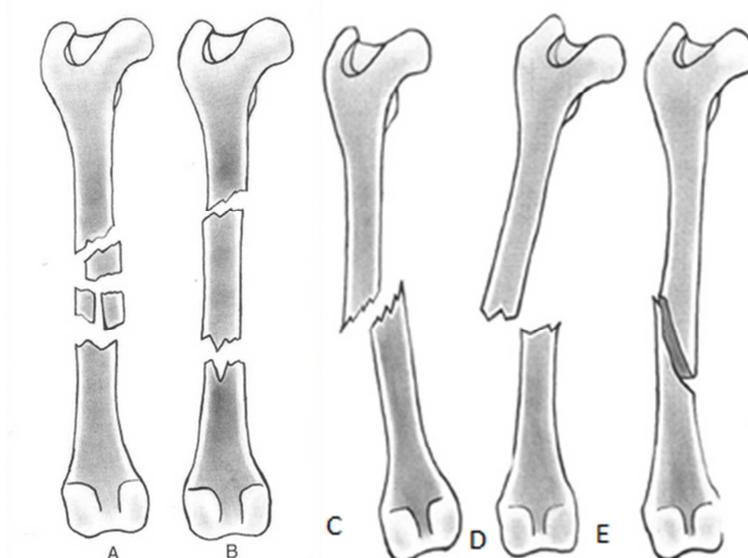
#### 3.1. Tipos de fracturas:

De acuerdo a la continuidad ósea podemos clasificarlas en incompletas y completas. En las incompletas el hueso tiene la corteza afectada pero no se encuentra en total discontinuidad. Podemos encontrar fracturas en vara verde, donde la lesión se da en el lado convexo del hueso y fractura torus en el lado cóncavo del hueso (Fig. 7). En fracturas completas la lesión se extiende a través de toda la corteza, pueden ser simples (una sola línea de fractura) o múltiples. De acuerdo a la configuración de las fracturas, pueden ser transversas (el hueso pierde su continuidad en una línea perpendicular al eje principal), oblicua (el eje principal del hueso forma con las líneas de fractura un ángulo de aproximadamente  $42^\circ$  y por la forma que ofrece en las radiografías, recibe el nombre de "fractura en pico de flauta"), en espiral (la línea en que se pierde la continuidad corre alrededor del eje principal del mismo) o conminutas (en tres o más fragmentos) (Fig. 8). De acuerdo al compromiso de la piel y de los tejidos circundantes pueden ser abiertas o cerradas. En general, las fracturas cerradas sin el daño del suministro sanguíneo del miembro, tienen un pronóstico de bueno a excelente y las fracturas abiertas tienen un pronóstico

reservado para los bovinos (Benítez y col., 1985; Téllez Reyes, 1998). Según la localización anatómica: se pueden presentar en diáfisis, metáfisis, epífisis o en fisis (Salter-Harris sistema de clasificación (I- VI), que describe la localización de la fractura con referencia a la placa de crecimiento), (Téllez Reyes, 1998; Johnson y col., 2005).



**Fig. 7.** Fracturas incompletas. A. fractura torus; B. fractura en vara verde. Modificado de Benavides O. J., 2010.



**Fig. 8.** Clasificación de fracturas completas. A. conminuta; B. múltiple; C. espiral; D. transversa; E. en espiral o "pico de flauta". Modificado de Benavides O. J., 2010.

#### 4) REPARACIÓN DE FRACTURAS

Para la reparación de un hueso fracturado se requiere reducir, fijar e inmovilizar; comenzando por la coaptación de los cabos óseos fracturados; dicha coaptación es el afrontamiento de los fragmentos óseos con el fin de recuperar su alineamiento normal (Téllez Reyes, 1998). El alineamiento del miembro normal se alcanza con la restauración del largo, mantenimiento su orientación espacial y restaurando el alineamiento de las articulaciones adyacentes a los huesos fracturados (Johnson y col., 2005; Johnson, 2009). La elección del método de tratamiento depende de la tríada a) el animal y su lesión específica, b) las esperanzas y los deseos del cliente y c) la experiencia y la perspectiva del veterinario (St-Jean, 1996; Johnson y col., 2005), teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada método y modalidad de reducción (Johnson, 2009).

Se debe determinar si la reducción será cerrada o abierta. La reducción cerrada consiste en reducir fracturas o alinear los miembros sin la exposición quirúrgica de los huesos fracturados, las ventajas de la reducción cerrada comprenden: 1) preservación de los tejidos blandos e irrigación sanguínea, lo cual acelerará la cicatrización; 2) menor riesgo de inducir procesos infecciosos y 3) buena recuperación; otra ventaja que presenta esta técnica es que puede ser realizada por un Médico Veterinario de campo y suelen ser generalmente más baratas (St-Jean, 1996). La principal desventaja de la reducción cerrada es la dificultad para obtener una correcta aposición de las corticales de los segmentos fracturados sin una correcta visualización de ellos (Téllez Reyes, 1998; Johnson y col., 2005; Johnson, 2009). Las fracturas que se tratan adecuadamente con la reducción cerrada comprenden las fracturas en vara verde y aquellas sin desplazamientos o fracturas incompletas. Estas fracturas pueden manejarse con realineamiento del miembro e inmovilización de la fractura con yesos o fijadores externos (Johnson y col., 2005; Johnson, 2009).

La reducción abierta consiste en realizar un abordaje quirúrgico para exponer los segmentos y fragmentos óseos fracturados de manera que se los pueda reconstruir anatómicamente y mantener en posición con implantes. Las ventajas de la reducción abierta incluyen: 1) la visualización y el contacto directo con los fragmentos óseos facilitando la reconstrucción anatómica de la fractura; 2) es posible la colocación directa de implantes (cerclaje, tornillos de compresión y placas de osteosíntesis); 3) la reconstrucción permite que el hueso y los implantes compartan las cargas, lo cual redundaría en una fijación más fuerte y 4) los injertos de hueso esponjoso pueden ser empleados para acelerar la cicatrización ósea. Las desventajas de la reducción abierta abarcan el aumento del traumatismo quirúrgico de los tejidos blandos e irrigación sanguínea y una mayor oportunidad para introducir contaminación bacteriana (Johnson y col., 2005; Johnson, 2009). Las fracturas que se pueden reconstruir anatómicamente mediante reducción abierta, son la mayoría de las fracturas desplazadas simples, aquellas con grandes fragmentos y líneas fracturarias oblicuas largas, o las que tienen desplazamiento e involucran las superficies articulares (Johnson, 2009). Cuatro factores son esenciales para prever una reducción satisfactoria a) respeto de la asepsia; b) evitar traumatismos en la reducción; c) preservación de la vascularización (Téllez Reyes, 1998). Éste tipo de reducción requiere anestesia general, técnicas de asepsia y un equipo especializado (St-Jean, 1996).

#### 4.1. Métodos de reparación

##### 4.1.1. Inmovilización primaria:

Las lesiones inestables deben coaptarse para reducir el daño adicional de los tejidos blandos y aumentar el bienestar del paciente. Las férulas externas pueden emplearse para brindar soporte temporal del miembro o como medio primario para la estabilización de fracturas (Johnson, 2009).

La estabilización temporal de fracturas de las extremidades se puede realizar antes de mover el animal o tratar de que éste se incorpore. Como regla general, las fracturas por debajo del nivel de la mitad del radio o tibia, se pueden estabilizar de forma temporal mediante el uso de férulas o yesos. No se debe intentar la estabilización a campo de las fracturas en proximal de este nivel, ya que a menudo llevan a traumas de las partes blandas, daños de estructuras neurovasculares o complicación de la lesión ósea original (Fubini y Ducharme, 2005).

Para una buena estabilización temporal se coloca un vendaje acolchonado en la extremidad, luego se colocan férulas y se aplica una cinta elástica con firmeza. Todos los dispositivos de estabilización externa deben extenderse al suelo, a nivel distal a la suela de los cascos (Anderson y St-Jeans, 2008).

Las férulas y yesos en los rumiantes deben ser considerados una buena opción para muchas fracturas (excepto humerales y femorales). Estas pueden ser empleadas separadas o en combinación, las cuales se han empleado separadas o en combinación en todos los tipos y tamaños de rumiantes. Cuanto más distal es una lesión, mas optima resulta esta fijación externa (Fubini y Ducharme, 2005).

Los materiales para la fabricación de yesos y férulas están disponibles y los pacientes se acostumbran a deambular a los pocos días aunque con ayuda inicial (St-Jean, 1996).

##### i. Vendaje de Robert-Jones modificado:

Este vendaje altamente acolchado es muy versátil, siendo útil no sólo para inmovilizar sino también en la disminución o prevención de edemas. Es bien tolerado, pero debido a la gran cantidad de algodón, puede absorber cantidades considerables de agua y provocar maceración de la piel o la contaminación de incisiones quirúrgicas. El vendaje Robert-Jones se utiliza generalmente sólo para inmovilización a corto plazo (Brinker y col., 2006).

A menudo después de una cirugía de articulación y reparación de fractura, un vendaje acolchado se aplica para apoyo adicional. Se aplica un apósito similar a Robert-Jones, excepto que con menos relleno y menos compresión (Brinker y col., 2006).

Los vendajes de Robert-Jones y sus modificaciones son las férulas más frecuente en los pacientes veterinarios. El vendaje original en pequeños animales empleaba algodón enrollado de 12 pulgadas y los vendajes modificados utilizan menos algodón pero brindan buena compresión. La capa de algodón gruesa brinda compresión ligera de los tejidos blandos e inmoviliza fracturas sin ocasionar afección vascular. La inmovilización del tejido blando y esquelético aumenta el bienestar del paciente y previene el daño adicional de las partes blandas por los fragmentos óseos agudos. Asimismo, los vendajes de Robert-Jones ayudan a eliminar el espacio muerto postoperatorio (Johnson, 2009).

#### 4.1.2. Métodos no invasivos.

##### i. Yesos:

El objetivo del yeso es proporcionar soporte de peso temprano y lograr la consolidación ósea adecuada rápidamente. La mayoría de los pacientes jóvenes tienen un fuerte potencial de curación del periostio (Mulon y Desrochers, 2014).

Los yesos de un miembro rodean la extremidad estabilizando en forma rígida una fractura. Se los puede emplear como método primario de estabilización o suplemento de los dispositivos de fijación interna. Como estabilizador primario, el yeso del miembro entero es de mayor utilidad en fracturas estables, en las cuales la valoración fracturaria indica una rápida unión ósea. El material clásico es el yeso mate, pero con el desarrollo de los productos sintéticos su utilización ha declinado. Los yesos sintéticos de fibra de vidrio (más livianos y más cómodos) o tejido poliéster impregnado con resina de poliuretano hidroactivada poseen considerables ventajas sobre el sulfato de calcio (Johnson, 2009).

La inmovilización con yeso a menudo es apropiada para una fractura en rumiantes. Yesos de media extremidad pueden ser utilizados para inmovilización de fracturas falángicas y metacarpianas o para fracturas de fisis distal metatarsianas (Anderson y St-Jean, 2008).

En terneros los yesos se pueden mantener durante un máximo de 6 semanas sin ser cambiado, aunque yesos programados a intervalos de 3 semanas pueden ser requeridos para terneros de rápido crecimiento, el intento de extender el intervalo entre cambios del yeso puede provocar la compresión severa de las extremidades y el desarrollo de lesiones (Mulon y Desrochers, 2014). Fracturas fisarias normalmente se curan en 4 semanas, pero las fracturas fisarias a menudo requieren 6 semanas para alcanzar la unión clínica en los terneros. Las fracturas en los bovinos adultos pueden curarse dentro de 8 a 10 semanas, pero a menudo requieren de 12 a 16 semanas (Anderson y St-Jean, 2008).

##### ii. Férula de Thomas y combinación con yeso:

El uso de una férula de Thomas modificada permite no sólo las fuerzas de carga que van a transmitirse desde el aspecto distal de la férula para el hombro o la cadera en la extremidad anterior o de la extremidad posterior, respectivamente, sino también que la extremidad se mantiene en extensión completa, manteniendo así la alineación de los fragmentos del hueso (Mulon y Desrochers, 2014).

El uso de una férula de Thomas y la combinación con yeso es apropiado para las fracturas distales al codo. La longitud de la férula debe ser medida mientras que el animal está de pie y con la extremidad extendida (Anderson y St-Jean, 2008). La aplicación de la combinación Thomas modificada (férula-yeso) es práctica y fácil aunque el período de convalecencia, sin embargo no está exento de complicaciones (Fig. 9). Los bovinos son difíciles de manejar inmediatamente luego de su aplicación (Adams y Fessler, 1983) y deben ser asistidos para incorporarse durante 3 a 5 días hasta que puedan levantarse por sus propios medios (Anderson y St-Jean, 2008) (Fig. 10).



**Fig. 9.** Modificado de Sod. G. A, 2010.



**Fig. 10.** Modificado de Anderson y St-Jean, 2008.

**Tabla 1.** Tamaño adecuado de barra de acero para la construcción de férula Thomas modificada en el ganado.

Miembro Anterior		Miembro Posterior	
Peso (Kg)	Barra Tamaño (Pulgadas)	Peso (Kg)	Barra Tamaño (Pulgadas)
<225	3/8	<180	3/8
225-450	1/2	180-360	1/2
>450	5/8	360-540	5/8
		>540	1- Placa tubular.

Modificado de Baird y Adams, 2014. De Adams SB., 1985.

### 4.1.3. Métodos invasivos

#### 4.1.3.1 Fijación esquelética externa:

Se refiere a la estabilización de una lesión musculo-esquelética debilitante (fracturas, luxación de articulaciones o rotura del tendón) por medio de clavos de transfixión (o transcorticales) y una estructura externa que los conecta eliminando la inestabilidad regional. La estabilidad fracturaría, por tanto, se alcanza transfiriendo las fuerzas biomecánicas soportadas por el hueso alrededor del ambiente lesional y finalmente a través del dispositivo externo, proporcionando un ambiente óptimo para la osteosíntesis y curación de la herida (St-Jean, 1996; Anderson y St-Jean, 2008).

La estabilización de la fractura por éste sistema depende de tres factores: 1) características del hueso como su densidad, posición anatómica y configuración de la fractura; 2) propiedades de los materiales de los componentes del fijador y 3) el diseño del fijador externo, incluyendo el clavo y el diseño de la abrazadera (St-Jean, 1996).

La fijación esquelética externa se está utilizando cada vez más en el ganado vacuno, ovejas, cabras y llamas (St-Jean, 1996).

El fijador externo se adapta a: 1) Las fracturas estables e inestables; 2) Fracturas abiertas; 3) Fracturas por arma de fuego; 4) Osteotomías; 5) Pseudoartrosis; 6) Artrodesis; 7) Estabilización de ligamento o tendón (Brinker y col., 2006).

Las ventajas del fijador esquelético externo incluyen 1) facilidad de aplicación; 2) utilidad en el tratamiento de las fracturas reducidas por métodos ya sea cerrado o abierto, en forma cerrada preserva el suministro de sangre y el hematoma de la fractura (Johnson y col., 2005); 3) la colocación de clavos se pueden insertar a cierta distancia de una herida abierta; 4) en un proceso abierto se permite fácilmente acceso a la herida; 5) es compatible su uso en conjunción con otros dispositivos de fijación interna; 6) en la mayoría de los casos, la retirada es sin necesidad de aplicar anestesia general (St-Jean, 1996; Brinker y col., 2006).

Las desventajas de este sistema son la reducción de la fractura cerrada subóptima y mala alineación anatómica, ausencia de compresión interfragmentaria, estabilización menos rígida que con la utilización de placas de osteosíntesis, aumento de manejo postoperatorio en comparación con placas de osteosíntesis o yeso, dolor asociado con micro movimientos en la interfaz de clavo-hueso y fallo potencial de los implantes antes de la unión clínica de la fractura, mientras que las complicaciones clínicas más comunes asociados con la fijación esquelética externa son la inestabilidad en el lugar de la fractura, aflojamiento, osteolisis, infecciones del trayecto del clavo, fracaso del implante, osteomielitis y consolidación retardada o pseudoartrosis de la fractura (St-Jean, 1996; Anderson y St-Jean, 2008).

Una experiencia realizada en el ganado bovino, demuestra que más del 50% de clavos utilizados en la fijación esquelética externa se afloja dentro de 6 a 8 semanas. Las fracturas en los bovinos adultos pueden curarse dentro de 8 a 10 semanas pero a menudo requieren de 12 a 16 semanas para que se produzca la unión clínica, unión radiográfica de la fractura (definido como la unión ósea con la resolución de la línea de fractura) que no se ve de semanas a meses después de la unión clínica (definida como suficientes callos puente para permitir la carga de peso sin que se haya alcanzado un apoyo adicional a la extremidad). El ganado se encuentra en decúbito esternal la mayor parte del tiempo de convalecencia de la fractura. Este reposo disminuye notablemente el dolor asociado con la carga de peso por lo tanto

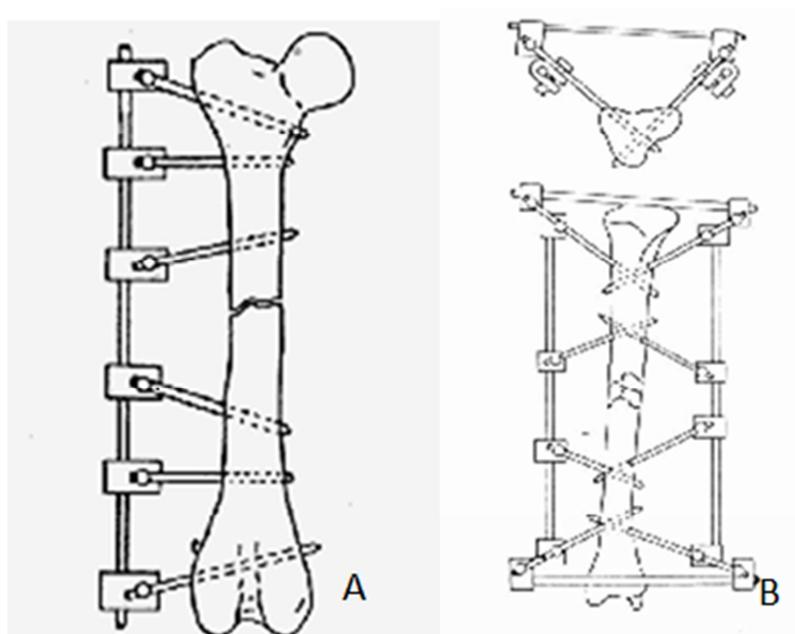
permite la prolongación de la vida útil del fijador esquelético externo (Anderson y St-Jean, 2008).

Tipos de fijadores esqueléticos externos:

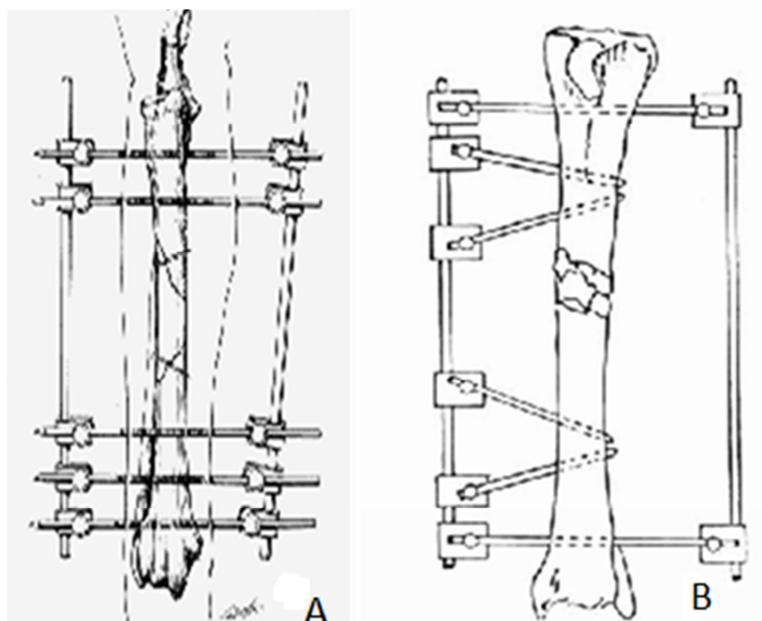
i. Tipo Kirschner-Ehmer

El uso de éste fijador externo para la inmovilización de las fracturas de huesos largos requiere la inserción transcutánea de dos a cuatro clavos en cada uno de los extremos proximal y distal de los fragmentos del hueso, que son entonces conectadas por una o más barras o varillas externas (Brinker y col., 2006). Los clavos deben ser colocados de forma que penetran poco tejido blando como sea posible evitando estructuras neurovasculares, estos se colocan en corredores seguros. Esto reduce el grado de problemas postoperatorio asociados con los clavos (Johnson y col., 2005).

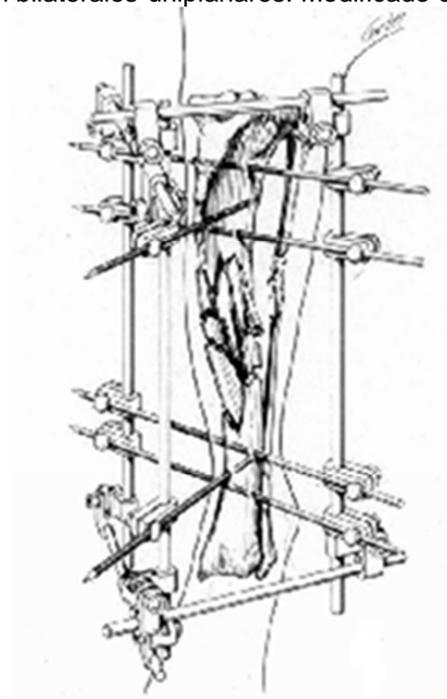
La resistencia y rigidez aumenta a medida que lo hacen el tamaño y el número de barras conectoras externas. Las configuraciones comunes son unilateral-uniplanar, unilateral-biplanar, bilateral-uniplanar y bilateral-biplanar (Johnson, 2009). Tal como se usa en esta discusión, los términos "unilateral" y "bilateral" se refieren a la inserción de los clavos de fijación a través de ya sea una o dos superficies de la piel, y el término "plano" se refiere al plano proyectado formado por los grupos de clavos de fijación (Brinker y col., 2006).



**Fig. 11.** FEE tipo I. A. unilateral-uniplanar; B. unilateral-biplanar. Modificado de Rodríguez C. E., 2009.



**Fig. 12.** FEE tipo II. Son bilaterales-uniplanares. Modificado de Rodríguez. C.E., 2009.



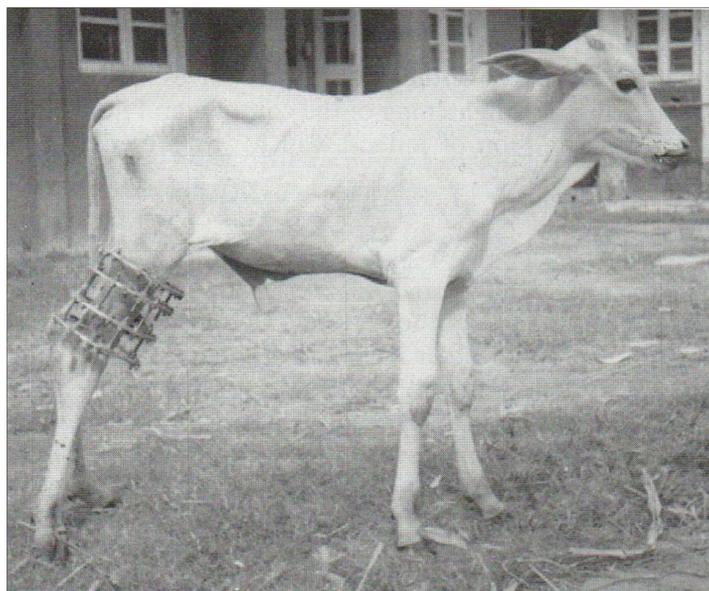
**Fig. 13.** FEE tipo III. Son bilaterales y biplanares. Modificado de Rodríguez C.E., 2009.

La rigidez de compresión y torsión aumenta de tipo IA a IB y de tipo II a tipo III (Brinker y col., 2006). Otras variables que controlan la resistencia y rigidez de los fijadores externos son el número, tamaño y posición de los clavos de transfixión colocados en cada fragmento principal. A mayor número de clavos de transfixión por fragmento, más efectivo es el dispositivo en la estabilización fracturaria y mantenimiento de la integridad de la interfase clavo-hueso; esto es válido hasta 4 clavos por fragmento proximal y distal, superado este número, el incremento de la ventaja mecánica es depreciable. El número de clavos que deben colocarse en cada

segmento depende del grado de valoración fracturaría, cuanto más bajo, más clavos (Johnson, 2009).

ii. Ilizarov

Consiste en un tutor de tipo circular constituido por clavos de 1,5 y 1,8 mm de diámetro unidas a dos anillos semicirculares de acero, configurando una circunferencia, que fijan dichos clavos una gran tensión por intermedio de unos tornillos y cada aro se une entre sí con otro (como mínimo tres) con varillas roscadas formando un sistema (Pistani, 2012).



**Fig. 14.** Modificado de Aithal, 2010.

Éste modelo proporciona una fijación estable al tiempo que permite el micro movimiento en el sitio de la fractura a causa de la elasticidad inherente de los alambres de diámetro pequeño, lo que favorece la osteogénesis (Aithal y col., 2010). El sistema circular de Ilizarov se ha convertido en una alternativa útil para el tratamiento de fracturas de huesos largos, debido a sus ventajas sobre los métodos convencionales como la de permitir relación inmediata de peso, excelentes propiedades mecánicas, capacidad para estabilizar segmentos cortos, posibilidad de ajustar los marcos después de la fijación del hueso y la preservación de la movilidad articular. Debido a que se puede utilizar con eficacia para la fijación transarticular, también puede ser útil para el tratamiento de las fracturas de la metáfisis tibial o metatarsianas o epífisis alrededor de la articulación del tarso, que son comunes en los terneros (Aithal y col., 2010).

En terneros éste método se puede usar de forma segura y con éxito proporcionando una fijación estable de las fracturas de tibia y curación dentro de los 60 días y recuperación funcional dentro de los 90 días (Aithal y col., 2010).

Su aplicación en veterinaria se encuentra en la osteotomía correctora de la deformidad angular o alargamiento de las extremidades, aunque los fijadores de anillo también se han descrito para la reparación de fracturas y artrodesis (Brinker y col., 2006).

### iii. Walking Cast

Es la colocación de clavos transcorticales en el hueso adyacente proximal al hueso fracturado de la extremidad y yeso completo, técnica sencilla de inmovilización externa y fijadores óseos externos. Las indicaciones para esta combinación específica de ortopedia son una fractura muy conminuta cerrado que se derrumbará con el uso de un yeso sencillo de fibra de vidrio y en una fractura larga oblicua o en espiral que será primordial cuando se carga los segmentos óseos y hay riesgo de perforar la piel. El principio detrás de esta construcción ortopédica es dispersar en la porción distal de la extremidad mediante la transferencia de las fuerzas de carga de la punta distal del yeso a los clavos transcorticales proximales (Mulon y Desrochers, 2014).



**Fig. 15.** Walking cast. Modificado de Sod. G.A., 2010.

Las complicaciones relacionadas con los clavos son principalmente aflojamiento precoz del clavo, flexión del clavo, fractura a través del orificio del clavo, la infección y el desarrollo de sequestro (Mulon y Desrochers, 2014).

El pronóstico de la fractura cerrada tratada por medio de una colocación de clavos transfixión y yeso es bueno sin embargo, la morbilidad es mayor en comparación con un simple yeso. El periodo de inmovilización es generalmente más largo porque la configuración de la fractura es más compleja y la curación es más lenta. El volumen del callo en las fracturas es mayor. Esta técnica es muy versátil y puede adaptarse a una gran variedad de casos; inicialmente esta técnica se utiliza para tratar las fracturas de radio y tibial (Mulon y Desrochers, 2014).

Este método ha sido un éxito para la fijación rígida en el ganado adulto, sin embargo, no prevé la reconstrucción anatómica de los huesos y las posibles complicaciones incluyen defectos de las extremidades contralaterales e infección en el trayecto del clavo (Aithal y col, 2010).

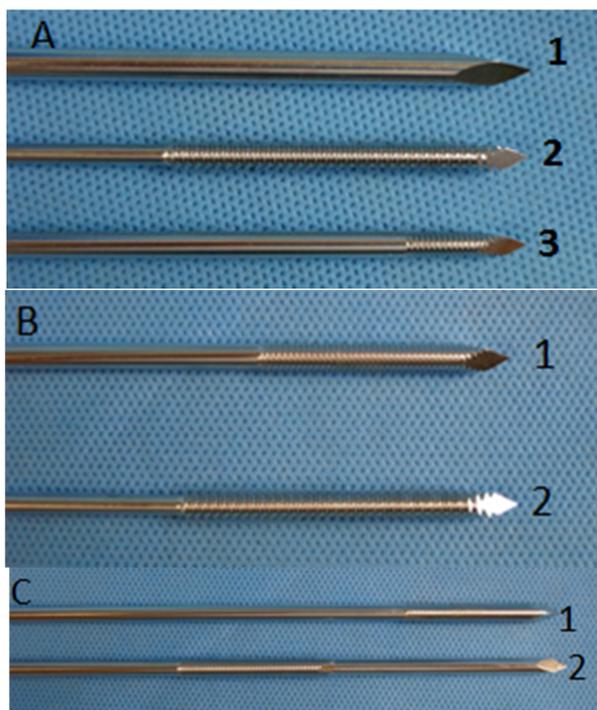
#### 4.1.3.2 fijación esquelética interna

La fijación interna se debe considerar para las fracturas proximales de huesos largos a la altura de húmero y fémur de los rumiantes, debido a que estos huesos son difíciles de estabilizar con otras formas de estabilización o fijación externa, también fracturas conminutas pueden beneficiarse mediante la estabilidad rígida ofrecida por la fijación interna (St-Jean, 1996).

Los fijadores internos estos incluyen:

##### i. Clavo intramedular de Steinmann

Los clavos intramedulares (IM) son barras de acero inoxidable 316L, redondas, lisas, que se insertan dentro de la cavidad medular para la estabilización fracturaría. Los clavos de Steinmann de mayor utilización en rumiantes varían en tamaño de 3,2 hasta 6,35 mm de diámetro. Están disponibles con puntas en trocar, cincel o trocar-rosca (Fubini y Ducharme, 2005). La punta en cincel está diseñado para cortar el hueso, ya que se inserta con una perforación por movimiento (Brinker y col., 2006) (Fig. 16).



**Fig. 16.** Tipos de clavos, A. según contorno: A.1) liso; A.2) roscado positivo; A.3) roscado negativo. B. según rosca: B.1) clavo cortical; B.2) clavo esponjoso. C. C1) rosca en extremo del clavo; C.2) clavo roscado en el centro. Modificado de Sod G.A., 2010

En general, los clavos intramedulares se deben utilizar para fracturas diafisarias, en fracturas de huesos relativamente rectos, están contraindicados para la reparación de fracturas en huesos largos de tipo oblicua, espiral, o fracturas conminutas sin el uso de dispositivos que aumenten la reparación primaria y prevenir deslizamiento o rotación de los fragmentos de la fractura, como ser el cerclaje y tornillos. Los clavos intramedulares se relacionan con fijadores óseos externos para proporcionar estabilidad adicional (St-Jean, 1996).

Los 2 mayores desventajas de los clavos intramedulares es la mala estabilidad a la torsión y la falta de resistencia al colapso en fracturas oblicuo y conminutas. Estos se utilizan con mayor frecuencia, en terneros para fracturas del húmero o fémur (Nuss, 2014).

La cicatrización ósea primaria no se logra después de colocación de un solo clavo intramedular, esto debido a la formación considerable de callo óseo. Este tipo de fijación es inestable y dolorosa hasta que el callo se ha desarrollado. En algunos casos, alambre de cerclaje se utiliza para apoyo adicional. La migración de los clavos se asocia con el daño en la cavidad medular y al cartílago de la fisis, que posteriormente puede resultar en una infección o en el daño articular y terminar en una enfermedad degenerativa articular. El uso de múltiples clavos (poli clavos) en la cavidad medular aumenta el área de contacto entre los implantes y la corteza, mejorando así la resistencia a la torsión y flexión. Los clavos deben ocupar el 60% y el 75% de la región más estrecha de la cavidad medular. Clavos de Steinmann roscados han sido recomendados para la fijación de fracturas en los terneros recién nacidos de manera que sean menos propensos a la migración (Fubini y Ducharme, 2005; Nuss, 2014).

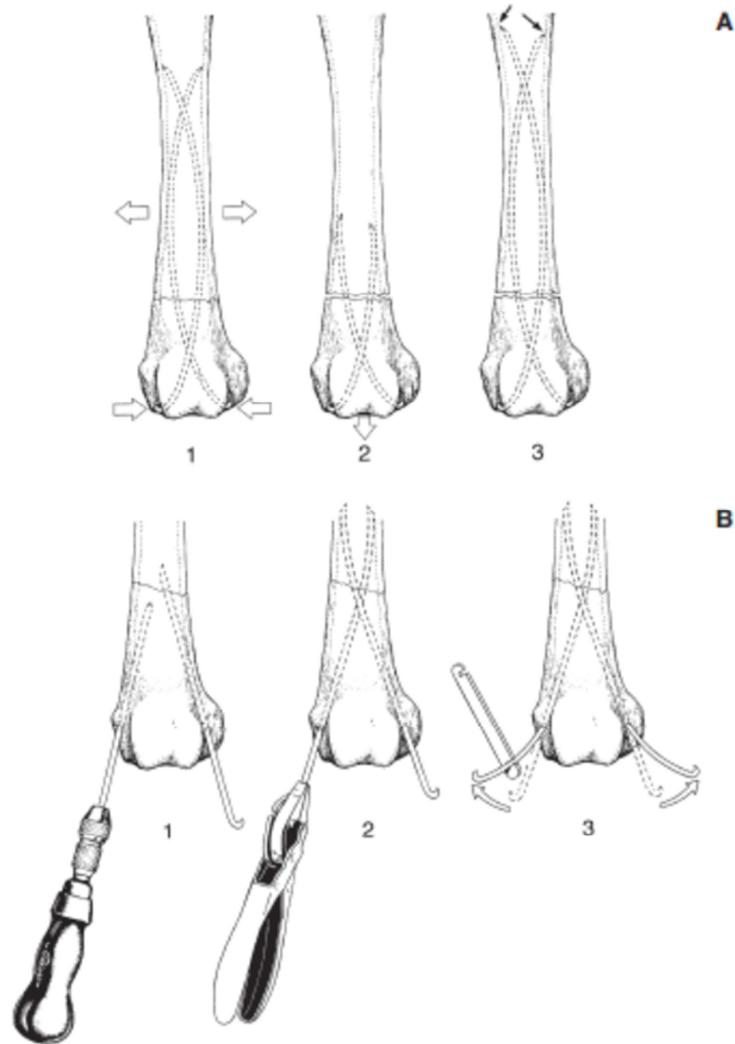
Se observó éxito en un trabajo de terneros con múltiples clavos intramedulares que fueron colocados en fémur y eran capaces de inmovilizar la fractura adecuadamente. Sin embargo, la mejor inmovilización se produjo cuando la cavidad de la médula del sitio de la fractura estaba completamente lleno con clavos intramedulares. Esto ocurrirá sólo en una fractura de diáfisis media, debido a la forma de la cavidad de la médula, que es amplia en ambos extremos y estrecha en el centro (Kent, 1981).

## ii. Clavos de Rush

Los clavos de Rush son de diámetro pequeño, biselados en su extremo distal y en forma de gancho en el proximal para facilitar su remoción y evitar la migración (García y Ortega, 2005).

Mientras que los clavos de Steinmann son clavos IM, no ejerciendo fuerza mecánico sobre el hueso, los clavos de Rush son clavos IM dinámicos, ejerciendo una fuerza continua de compresión en dos o tres puntos en el hueso, ya que se introducen flexionadas durante su colocación. Esta flexión es inducido por la introducción del clavo en un ángulo de aproximadamente 20 grados con respecto al eje axial del hueso, en lugar del eje axial como con el clavo de Steinmann. Mientras esta flexión no supere los límites elásticos del metal, el clavo va a reaccionar a la flexión, tratando de volver a su forma original. De esta manera, los clavos de punta al hueso en el punto de entrada, donde se desvía fuera de la cortical opuesta y en algunos casos, donde la punta llega a descansar en la corteza original (Brinker y col., 2006).

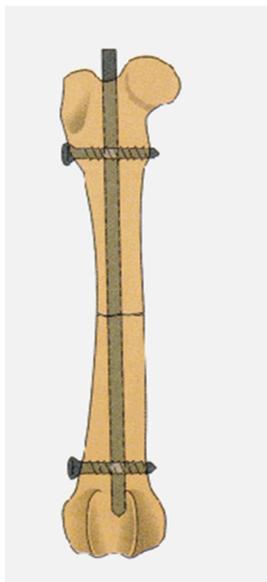
Para ser utilizado en la forma que acabamos de describir, el clavo de punta tiene un biselado no cortante, se desliza en lugar de cortar cuando se encuentra con el hueso. El extremo opuesto en forma de gancho para permitir 1) aproximación con el hueso y 2) control positivo de la dirección de la flexión durante la introducción (Fig. 17) (Brinker y col., 2006).



**Fig. 17.** Colocación de clavos de Rush. Modificado de Brinker, 2006.

iii. Interlocking nails:

Este clavo intramedular, es un clavo de acero que se coloca dentro de la cavidad medular y se bloquea en el hueso por medio de tornillos de un diámetro apropiado que atraviesan el hueso (Fig.18) (Johnson y col., 2005).



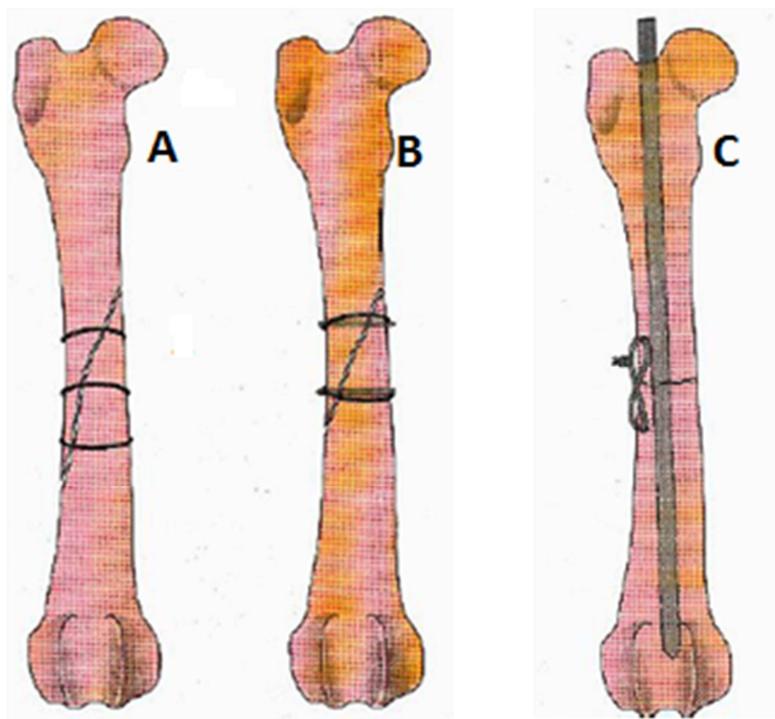
**Fig. 18.** Modificado de Johnson, 2009.

Es básicamente un clavo IM asegurado en posición por tornillos de transfixión proximales y distales que fijan el hueso para proporcionar estabilidad axial y rotacional. Ayuda a evitar el colapso de las fracturas conminutas durante la carga de peso, inestabilidad rotacional, y la migración del clavo. Al igual que con el clavo IM, interlocking nail se puede insertar a través de un abordaje quirúrgico limitado, con una interrupción mínima del suministro de sangre (Brinker y col., 2006).

Interlocking nail se utilizan con más frecuencia en Modo "estático", en el que los tornillos de bloqueo se utilizan en posiciones proximal y distal. Un modo "dinámico" también se puede seleccionar, en el que los tornillos de bloqueo se utilizan sólo en el extremo proximal o posiciones distales. El modo dinámico permite la compresión axial más en el sitio de la fractura, también afecta la estabilidad de rotación y por lo tanto debe ser utilizado juiciosamente (Brinker y col., 2006).

#### iv. Alambres Ortopédicos

El término cerclaje significa "rodear" o "envolver un paquete." Este procedimiento se refiere a un alambre flexible que rodea por completo (cerclaje) o parcialmente la circunferencia de un hueso (hemicerclaje) y se ajusta para proporcionar compresión interfragmentaria estática de los fragmentos óseos (Brinker y col., 2006) (Fig. 19). El alambre ortopédico es de acero inoxidable 316L y se presenta en diversas gamas de diámetro (0,5-1,5 mm) (Johnson y col., 2005).



**Fig. 19.** A y B. Cerclaje; C. Hemicerclaje. Modificado de Johnson, 2009.

Los alambres ortopédicos se utilizan sobre todo en fracturas oblicua, espiral o fracturas múltiples, nunca se usan como único método de fijación en cualquier tipo de fractura (Brinker y col., 2006). Se emplean para suplementar el soporte axial, rotacional y de flexión de las fracturas (Johnson, 2009). También son utilizados durante la cirugía, para ayudar la reducción de los segmentos de la fractura en posición mientras la fijación primaria es aplicada (Brinker y col., 2006).

Al colocar el alambre, es importante que se encuentra en íntimo contacto con la superficie del hueso (Johnson y col., 2005).

Alambres ortopédicos se pueden utilizar de forma segura en terneros porque no desvitaliza el hueso en crecimiento y no restringe el crecimiento del mismo (St-Jean y col., 1992).

En caso de aplicación inadecuada de un alambre de cerclaje o un alambre suelto puede causar un retraso de la consolidación o pseudoartrosis, también puede interrumpir la red capilar del periostio, desvascularizando el hueso subyacente e irrumpir la formación del callo óseo (Brinker y col., 2006).

El hemicerclaje envuelve parcialmente el hueso y es colocado a través de orificios perforados (Brinker y col., 2006). Para formar un hemicerclaje, el alambre pasa a través orificios perforados en los fragmentos proximales y distales, y luego se envuelve alrededor del hueso. La porción del alambre en el interior del canal medular debe envolver alrededor del clavo intramedular de tal manera que, cuando se aprieta, el clavo se tensa a la superficie endostica del hueso (Johnson y col., 2005).

#### v. Placa de compresión

Debemos tener en cuenta varias consideraciones previas en la fijación de la fractura ósea utilizando placas, como propiedades del hueso, material y geometría de la placa, interfase tornillo-hueso, número de tornillos, material y tensión del tornillo, interfase placa-hueso, colocación de la placa en relación con a la carga y compresión entre fragmentos (Fubini y Ducharme, 2005).

El empleo de placas ofrece la modalidad más rígida de fijación interna en ortopedia de rumiantes (Nuss, 2014).

En los animales más jóvenes y livianos, se puede utilizar una sola placa para conseguir la estabilización. En cambio en animales pesados, suele utilizarse dos placas para obtener una estabilización adecuada de la fractura (St-Jean, 1996).

El mecanismo de este sistema de fijación consiste en que las cargas pueden ser transmitidas entre la placa y el hueso, a través de los tornillos y fuerzas friccionales entre las superficie del implante y el hueso (Fubini y Ducharme, 2005).

Las placas convencionales empleadas para reparar fracturas de huesos largos son las placas de compresión dinámica (PCD) estrechas o anchas, aunque existen otras placas disponibles (Tabla 2) (Fubini y Ducharme, 2005).

**Tabla 2.** Placas convencionales y especiales empleadas en cirugía de animales de granja

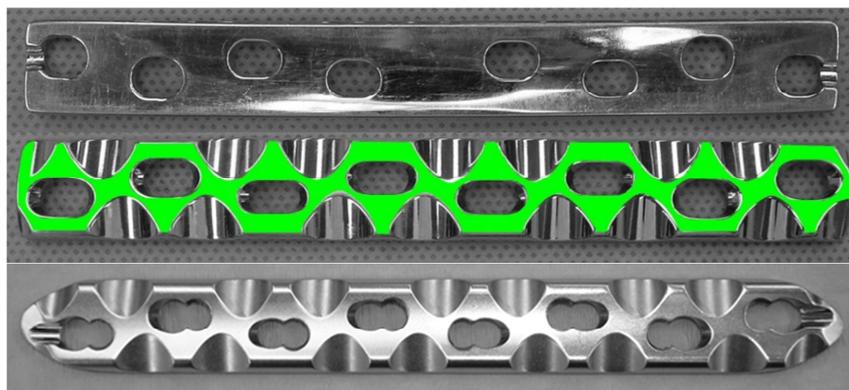
Nombre	DCP ancha 3,5 mm	DCP estrecha 4,5 mm	DCP ancha 4,5 mm	LCDCP ancha	ABP	Placa DCP	Placa DHS	Placa Tubular de un tercio
<b>Tipo de placa</b>	Estándar	Estándar	Estándar	Especial	Especial	Especial	Especial	Especial
<b>Sección transversa de placa</b>								
<b>Ancho (mm)</b>	12	12	16	17	16	16	19	0
<b>Espesor (mm)</b>	3,6	3,6	4,5	6	5,6	5,4	5,8	1
<b>Largo (mm)</b>	85 (7 orificios) 265 (22 orificios)	39 (2 orificios) a 263 (16 orificio)	103 (6 orificios) a 359 (22 orificio)	106 (6 orificios)a 322 (18 orificios)	100 (6 orificios)a 260 (16 orificios)	92 (5 orificio) a 204 (12 orificio)	46 (2 orificios)a 270 (16 orificios)	25 (2 orificio)a 145 (12 orificios)
<b>Angulo de placa</b>	Recto	Recto	Recto	Recto	95 grados	95 grados	135 grados (140, 145, 150 grados)	Recto
<b>Tamaño de tornillo (mm)</b>	3,5	4,5 5,5 (6,5)	4,5 5,5 (6,5)	4,5 5,5 (6,5)	4,5 5,5 (6,5)	4,5 5,5 (6,5)	4,5 5,5 (6,5)	3,5
<b>Disposición de orificios</b>	Recta	Recta	Desalineada	Desalineada/DCU	Desalineada	Desalineada	Desalineada	Recta
<b>Porción angulada</b>	-----	-----	-----	-----	Sección transversa en U	Largo de cilindro 25 y 38 mm	Largo de cilindro 38 mm	-----
<b>Tornillo especial</b>	-----	-----	-----	-----	-----	Si	Si	-----
<b>Distancia de orificios (mm)</b>	12	16	16	18	16	16	16	12
<b>Centro de orificios (mm)</b>	16	25	25	18	-----	-----	-----	16
<b>Material</b>	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Titanio	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable

DCP: Placa de compresión dinámica; LCDCP: Placa de compresión dinámica de contacto limitado; ABP: Placa de hoja angulada; DCS: Tornillo condilar dinámico; DHS: Tornillo de cadera dinámico; DCU: Unidad de compresión dinámica. Modificado de Auer J.A., 1999.

Están disponibles tanto en acero inoxidable como en titanio puro (Johnson y col., 2005). Nuevos implantes como las placas de compresión de bloqueo (PCB) "o sistemas de implantes hechos a medida" se han empleado con éxito, aunque en ganado no hay muchos estudios publicados sobre el nuevo sistema (Nuss, 2014).

Las placas de compresión de bloqueo tienen orificios combinados y por lo tanto, son compatibles con los tornillos convencionales, lo que significa que pueden ser utilizados en la compresión dinámica y la de bloqueo (Nuss, 2014).

Estas placas de bloqueo tienen una superficie de contacto baja, que sirve para proteger los vasos sanguíneos y se puede aplicar de una manera poco invasiva, debido a sus extremos puntiagudos. Son particularmente adecuadas para el hueso con osteopenia u osteoporosis. Esta característica proporciona una mejor estabilidad en los huesos largos de los terneros recién nacidos (Nuss, 2014).



**Fig. 20.** Arriba: placa de compresión dinámica; medio: placa de compresión dinámica de bajo contacto; abajo: placa de compresión bloqueada. Modificado de Sod G.A., 2010.

#### vi. Tornillos

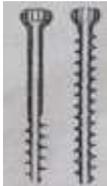
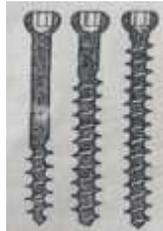
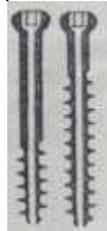
Existen dos tipos básicos de tornillos (de hueso esponjoso y de hueso cortical) utilizados en cirugía ortopédica de rumiantes (Tabla 3) (Fubini y Ducharme, 2005).

Los tornillos de corticales son completamente roscados y tienen un ancho de rosca relativamente delgado. Los tornillos de esponjoso están disponibles en diversos largos de rosca y tiene un diámetro de avance de rosca más amplio que los de corticales. Generalmente en ortopedia de rumiantes se emplean tornillos corticales de 4,5 mm y 5,5 mm y esponjosos de 6,5 mm (Fubini y Ducharme, 2005).

Se recomienda que el diámetro del tornillo no exceda el 20 % del diámetro del hueso ya que su fuerza se reduce al aumentar el tamaño de los tornillos (Johnson y col., 2005).

Los tornillos se emplean para mantener las placas al hueso (tornillos de placa) o para mantener los fragmentos óseos en el lugar (tornillos de posición) (Johnson, 2009).

Tabla 3. Catálogo de Tornillos

Nombre del Tornillo	Cortical 3,5 mm	Cortical 4,5 mm	Eje 4,5 mm	Canalado 4,5 mm	Cortical 5,5 mm	Tornillo de compresión 5,5 mm	Esponjoso 6,5 mm	Canalado 7/7,3 mm
<b>Tornillo</b>	3,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,5	7/7,3
<b>Orificio deslizante</b>	3,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	(4,5)	Ninguno
<b>Orificio roscado</b>	2,5	3,2	3,2	Ninguno	4	4	3,2	Autorroscado
<b>Macho de roscar</b>	3,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,5	Auto perforante
<b>Forma</b>								
<b>Anulación/clavo de guía</b>	-----	-----	-----	175 mm/1,6 mm	-----	-----	-----	2 mm/2,8 mm
<b>Tipo de rosca</b>	Cortical	Cortical	Cortical	Esponjoso	Cortical	Cortical	Esponjoso	Esponjoso
<b>Avance de rosca</b>	1,25	1,75	1,75	1,75	2	2	1,75	2,75
<b>Cabeza</b>	6	8	8	6,5	8	8	8	8/8,2
<b>Largo de rosca</b>	Todo el largo	Todo el largo	VARIABLE	16 - todo el largo	Todo el largo	Variable	16-32- Todo el largo	16/32
<b>Eje</b>	-----	-----	4,5	3,1	-----	5,5	4,5- 5,5	-----
<b>Núcleo</b>	2,4	3,1	3,1	2,7	4	4	3	4,5/4,8
<b>Autorroscado</b>	Planeado	Si	Si	Si	Planeado	Planeado	-----	Si

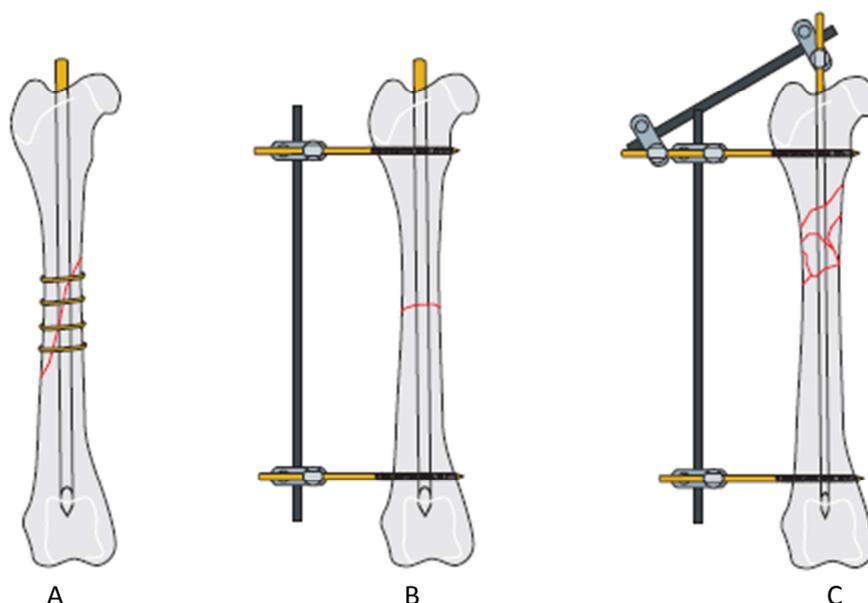
Modificado de Auer A.J., 1999.

vii. Fijadores esqueléticos externos combinados con clavos intramedulares:

Las fracturas humerales y femorales comúnmente no son estabilizadas sólo con los fijadores esqueléticos externos, debido a que las configuraciones más estables no pueden aplicarse en estos huesos (bilateral-uniplanar y bilateral-biplanar). Para brindar la resistencia y rigidez necesarias con las fracturas humerales o femorales complicadas, a menudo se utiliza una combinación de clavo intramedular y fijador externo del tipo unilateral-uniplanar y unilateral-biplanar (Johnson y col., 2005). El número de clavos se restringe a uno o dos insertados por encima y por debajo de la fractura. El motivo para no utilizar más clavos es que a mayor número de ellos más notable es la dificultad asociada con su colocación a través de los grupos musculares voluminosos (Johnson, 2009). El clavo brinda soporte contra la fricción mientras que los clavos entrelazados son los responsables del sostén axial y rotacional, esto contrasta con la aplicación de un clavo de Steinmann que solo aporta soporte contra la flexión; el sostén axial y rotacional debe ser suministrado con implantes adicionales (Johnson, 2009).

La barra de conexión tiene la función de conectar los clavos intramedulares con clavos insertos a los fragmentos del hueso. La estabilidad construida, hueso-clavo resultante proporciona suficiente estabilidad para permitir que el hueso se cure mientras se mantiene el uso funcional de la extremidad (Brinker y col., 2006).

La configuración "tie in" es una combinación de un clavo intramedular y un fijador externo para estabilizar fracturas de fémur y húmero. El clavo intramedular se deja sobresaliendo de la piel para conectar al fijador externo con una rótula y una barra de conexión aumentando la resistencia y rigidez de la fijación. Cuando el fragmento primario es pequeño, el clavo intramedular se puede dejar que sobresalga y luego incorporar en el fijador, de tal manera que no interfiera con los movimientos de la articulación adyacente (Fig. 21-C) (Johnson y col., 2005).



**Fig. 21.** A. Una fractura oblicua larga puede ser estabilizado con múltiples alambres de cerclaje y un clavo intramedular; B. Una fractura transversal se puede estabilizar con un clavo intramedular y fijador externo; C. Una fractura conminuta se puede estabilizar con un clavo intramedular que es "Tie in" a un fijador externo unilateral. Modificado de Johnson y col., 2005.

## 5) FRACTURA DE METACARPO

El metacarpo está formado por dos huesos largos fusionados, medialmente se encuentra el III y lateralmente el IV metacarpiano. El V metacarpiano está representado por un pequeño hueso situado en posición latero-caudal a la extremidad proximal del IV metacarpiano. La fusión del metacarpo junto al V metacarpiano ocurre a los 6 meses. La osificación de su extremidad distal sucede a los 2 años. La región metacarpiana es aplanada dorso-palmar y es más corta en relación con la del metatarso (Tulleners, 1986; Gloobe, 1989).

### 5.1. Etiología y prevalencia

Las fracturas de las extremidades se encuentran con mayor frecuencia en animales jóvenes, las de metacarpo y metatarso son aproximadamente 50%. La vulnerabilidad de los tejidos que rodean al metacarpo, frecuentemente resulta en fracturas abiertas susceptibles a contaminación, siendo éstos huesos más afectados en el bovino por traumatismos, accidentes y manipulaciones obstétricas que resultan en diferentes tipos de lesiones, las cuales en el 88% de los casos tienen buen pronóstico (Anderson y St-Jean, 2008).

En un estudio de fracturas realizado en 33 casos de bovinos Holando entre 1979-1985 Tulleners, 1986, el metacarpo estuvo involucrado en el 67% y el metatarso en el 33% de los animales. 32% de las fracturas implicó la fisis distal, 32% metafisis distal, 26% diáfisis y sólo el 10% metafisis proximal. La consolidación de la fractura generalmente fue rápida y sin complicaciones (tabla 4) (St-Jean, 1996).

**Tabla 4.** Localización y descripción de fracturas en metacarpo/metatarso.

	Extremidad Anterior Izquierda		Extremidad Anterior Derecha		Miembro Posterior Izquierdo		Miembro Posterior Derecho		total
	C	CN	C	CN	C	CN	C	CN	
<b>Fisis distal</b>									
Abierta	0	1	0	2	0	1	0	2	6
Cerrada	0	2	0	3	0	0	0	1	6
<b>Metafisis distal</b>									
Abierta	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cerrada	0	3	2	3	0	1	0	1	10
<b>Diáfisis</b>									
Abierta	0	0	1	0	1	1	0	0	3
Cerrada	1	1	1	0	1	0	1	0	5
<b>Metafisis proximal</b>									
Abierta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerrada	0	0	1	0	1	0	0	0	2
total	2	7	5	8	3	3	1	4	33

C: conminuta; CN: No conminuta. Modificado de Tulleners, 1986.

### 5.2. Diagnóstico

Para determinar el lugar exacto y el grado de la lesión, debe llevarse a cabo un examen físico completo del animal. En caso de fracturas incompletas no siempre obvias inmediatamente, se requiere confirmar el diagnóstico con la realización de radiografías (Johnson y col., 2005).

Utilizando un equipo portátil de rayos X en la mayoría de los casos con sólo dos radiografías es suficiente, una dorso-palmar/dorso-plantar y una vista radiográfica latero-medial, son necesarios para determinar la localización de la fractura y de la configuración (St-Jean, 1996).

Generalmente la piel está cerrada, pero la fractura es extremadamente inestable y en el caso del recién nacido son debilitantes. Las extremidades deben ser evaluadas en busca de calor, pulsos digitales y color, porque es posible la interrupción del suministro vascular causada por el estrangulamiento de las cadenas o correas utilizadas en las maniobras (St-Jean, 1996).

### 5.3. Tratamientos

La ayuda inicial representa una importancia significativa para el resultado final (St-Jean, 1996).

Fracturas cerradas tienen un pronóstico excelente, por lo tanto, el objetivo es evitar el daño de la piel subyacente o tratar de manera rápida cualquier herida originada en el momento de la lesión (St-Jean, 1996).

Cuando una fractura es completa, abierta o conminuta es diagnosticada inmediatamente; en el caso de ser abierta se realiza un lavado antiséptico agresivo y desbridamiento del tejido, acompañado con una adecuada fijación de la porción de tejido óseo desprendida e inmovilización del área afectada. Estos tratamientos pueden evitar la osteomielitis y favorecer la unión del hueso traumatizado (Vachon y DeBowes, 1987).

#### 5.3.1. Tratamiento conservador

Fracturas cerradas de la fisis distal del metacarpo o metatarso pueden ser tratadas usando un yeso medio en la extremidad. En el caso de fractura cerrada de la parte media del metacarpo o metatarso pueden ser tratadas con un yeso completo de la extremidad, debe aplicarse al menos una articulación por encima y otra por debajo de la articulación del foco de fractura para reducir las fuerzas (St-Jean, 1996; Anderson y St-Jean, 2008).

Las fracturas de las extremidades anteriores son más fáciles de tratar con coaptación externa que las fracturas de las extremidades traseras, toleraran mejor el yeso en los miembros delanteros. Yeso completo en la extremidad o férulas por lo general se pueden hacer para adaptarse mejor a la extremidad anterior recta que la extremidad posterior angulada. El ganado adulto es musculoso y con grandes ubres o escroto pendular que dificulta la colocación de un yeso o una férula en miembros posteriores (Baird y Adams, 2014) (Tabla 5).

La aplicación de férula de Thomas y yeso es práctico y fácil de realizar, sin embargo el período de convalecencia no está exento de complicaciones (Adams y Fessler, 1983).

Otro método es el vendaje Robert-Jones construido por varias capas de algodón laminado, gasas y cinta autoadhesiva. El vendaje se puede quitar después de 2 a 4 semanas pero el confinamiento debe continuarse durante 4 a 8 semanas más, en función de la estabilidad de la extremidad determinado por palpación y que la radiografía evidencie la curación de la fractura (St-Jean, 1996).

#### 5.3.2. Tratamiento quirúrgico

Los huesos metacarpianos y metatarsianos permiten fácilmente la fijación ósea externa, ya que tienen una mínima cobertura de tejidos blandos y los tejidos

neurovasculares principales se encuentran caudolateral y caudomedial a los huesos (Vachon y DeBowes, 1987; Anderson y St-Jean, 2008). Por lo tanto, la colocación de clavos de transfixión se elige fácilmente sin la ayuda de radiografías. Se utilizan radiografías sólo para determinar la localización de los fragmentos de la fractura y las líneas de fisura con respecto a los clavos. La fijación ósea externa está indicada para el tratamiento de fracturas abiertas, infectadas o conminutas y fracturas inestables en el ganado bovino de alto valor económico (St-Jean, 1996, Anderson y St-Jean, 2008).

También la combinación de fijación con tornillo de compresión interna mínima y coaptación externa, pueden beneficiarse al mismo tiempo de ser perfecta la alineación de los fragmentos y los bajos costos de implantes. No existen restricciones en cuanto al peso corporal del paciente en lo que respecta al tratamiento de las fracturas de metacarpianos y/o metatarsianos (Steiner, 2004).

**Tabla 5.** Huesos metacarpianos en bovinos tratados mediante fijación interna: revisión de la bibliografía.

Nº animales tratados	Peso corporal (Kg) o edad	Segmento	Implantes	Resultados	Referencias
1	85 Kg.	1	2 Clavos Rush (3D), yeso.	1/1 Sano 5 meses después de la cirugía.	51
1	3 sem.	Fractura abierta desde el nacimiento	2 placas, yeso.	1/1 Infección persistente, eutanasia.	54
1	6 m	2	DCP 4.5 mm ancha.	1/1 Exitoso	15
1	>24 m	2	DCP.	1/1 Exitoso	29
2	6 m	3	2 clavos (Fractura epifisaria).	2/2 Exitoso	
1	260 Kg.	2	DCP 4.5 mm 10 orificios, 3 tornillos 4.5 mm.	3/3 Excelente	8
1	360 Kg.	1	DCP 4.5 mm 10 orificios.		
1	228 Kg.	2	DCP 4.5 mm 9 orificios, 2 tornillos 4.5 mm.		
1	50 Kg.	3, abierta.	DCP 6 orificios.	1/1 Sin éxito, osteomielitis.	43
6	217-450 Kg.	1,2	5 animales 1 DCP y tornillo de bloqueo, 1 animal 1 DCP y 1 placa DCS.	4/6 Curado a largo plazo.	42
3	No especifica	No especifica	Fijador interno con barra de sujeción.	3/3 Curado a largo plazo, buen resultado. Formación exuberante de callo.	19

Abreviación: DCP: Placa de compresión dinámica. DCS Tornillo Dinámico Condilar.

Segmento: 1, Proximal epífisis/metáfisis; 2, Diáfisis; 3, Distal epífisis/ metafisis.

Modificado de Nuss, 2014 (datos de 1965-2006).

#### 5.4. Pronóstico

El pronóstico para las fracturas cerradas de metacarpo / metatarso III / IV es de bueno a excelente con Walking Cast (clavos de transfixión y yeso). Las lesiones de la extremidad contralateral se pueden prevenir por confinamiento estricto del animal durante la convalecencia, monitoreo frecuente, eliminación de estabilización externa a la mayor brevedad y a nivel del establecimiento una buena atención del paciente (Anderson y St-Jean, 2008).

Las fracturas abiertas suelen ser complicadas pero se pueden resolver, el pronóstico para un resultado exitoso disminuye considerablemente, en comparación con una fractura cerrada, el manejo de éstas es significativamente mayor. El pronóstico a largo plazo de la supervivencia es excelente para las fracturas cerradas y de regular a buena para las fracturas abiertas (St-Jean, 1996).

Los animales tratados generalmente no quedan cojos, no tienen deformidad significativa de la extremidad o acortamiento de la misma y son aptos para fines productivos. A pesar de considerar el margen estrecho de beneficios involucrados en el tratamiento de animales con heridas graves, estos métodos de tratamiento de la fractura suelen ser económicos y viables (Tulleners, 1986; St-Jean, 1996).

## 6) FRACTURA DE HÚMERO

El húmero es un hueso largo, grueso rodeado por una masa fuerte de músculos conformada por bíceps braquial, braquiocefálico, músculo braquial y músculo tríceps. La configuración del hueso y su posición protegida hace que las fracturas del húmero sean menos frecuentes que las fracturas de otros huesos largos en los rumiantes (Rakestraw, 1996), representa menos del 5% del total de las fracturas encontradas en el ganado (Aksoy y col., 2009).

Los tipos más comunes de fracturas humerales incluyen a las diafisarias, que suelen tener configuración espiral a oblicua larga. Las fracturas humerales raramente son abiertas, debido a las partes blandas voluminosas que rodean al hueso. También pueden ocurrir en la fisis distal, y por lo usual la configuración es de tipo II de Salter-Harris. Las fracturas de la tuberosidad deltoidea y tubérculo mayor pueden ocurrir, pero son raras en los rumiantes (Fubini y Ducharme, 2005).

### 6.1. Signos clínicos y diagnóstico:

Las fracturas completas del húmero suelen tener una apariencia de "codo caído" y arrastra la extremidad afectada en una posición flexionada. Por lo general son incapaces de extender la extremidad y lograr poco o ningún peso sobre ella (St-Jean, 1996; Fubini y Ducharme, 2005).

Inflamación de partes blandas comúnmente rodea el sitio de la fractura, a la manipulación existe dolor, trauma de tejidos blandos y a menudo crepitación palpable cuando la extremidad es aducida y abducida en forma pasiva (St-Jean, 1996; Fubini y Ducharme, 2005; Johnson, 2009).

Puede haber daño concomitante del nervio radial, se debe a que el nervio se dispone oblicuo adyacente al borde ventral del músculo braquial sobre el húmero que con frecuencia atraviesa el sitio de fractura. El daño en el nervio radial puede resultar por acción de la fuerza que provoca la fractura o de un trauma posterior causado por los extremos afilados de los fragmentos óseos. Se tomarán precauciones en la manipulación de la extremidad debido a que esto puede agravar aún más el daño del nervio radial. La integridad del nervio es crítica para un resultado favorable (St-Jean, 1996; Rakestraw y col., 1991; Johnson, 2009).

Es difícil la valoración clínica del nervio radial pero se puede diagnosticar mediante estudios electro diagnósticos, como la electromiografía y velocidad de conducción nerviosa (Fubini y Ducharme, 2005).

Evaluación por la sensibilidad de la piel puede ser engañoso porque la rama cutánea del nervio radial carecer de una zona autónoma (Rakestraw y col., 1991).

Una ventaja potencial de la reducción abierta sobre el tratamiento conservador es la evaluación visual del nervio radial como una ayuda de pronóstico, aunque puede producirse daño del nervio sin evidencia de disrupción. Los animales con deficiencias de los nervios radiales pueden desarrollar deformidades flexoras irreversibles graves (Rakestraw y col., 1991).

Como diagnóstico diferencial se incluyen fractura de olecranon, miopatía de tríceps y parálisis del nervio radial (Fubini y Ducharme, 2005).

El diagnóstico se confirma mediante radiografías (St-Jean, 1996; Fubini y Ducharme, 2005). Las placas radiográficas cráneo-caudal y latero-medial son necesarias para valorar el alcance del daño esquelético y de los tejidos blandos (Johnson, 2009). Las radiografías son complicadas de realizar en animales sanos, e incluso pueden ser más difíciles en presencia de tumefacción extensa de partes blandas y dolor (Fubini y Ducharme, 2005).

## 6.2. Tratamientos

Varias opciones se han propuesto para el tratamiento de fracturas de húmero en rumiantes. Estos incluyen el reposo, clavos intramedulares, clavos entrelazados, y placas de osteosíntesis. La eutanasia a menudo ha sido recomendada para los animales adultos (St-Jean, 1996).

Los animales jóvenes que presentan un periostio activo y fracturas metafisarias con abundancia de hueso esponjoso, curan rápidamente en la mayoría de los casos (Johnson y col., 2005).

### 6.2.1. Tratamiento conservador:

Las configuraciones de fractura espiral u oblicua que se producen en fracturas humerales proporcionan grandes áreas de superficie para la formación de callo y la curación puede ocurrir sin fijación interna. El tratamiento conservador con reposo absoluto puede ser una opción de tratamiento en los casos raros de desplazamiento mínimo de fracturas (Steiner, 2004) y en aquellos en los que el fragmento proximal del fragmento distal proporcionan cierta estabilidad (St-Jean, 1996).

Este tratamiento en algunas ocasiones es considerado para el ganado hasta los 6 meses de edad o con un peso inferior a 250 kg. Dependiendo de la edad, del peso y el grado de desplazamiento de la fractura, el animal debe comenzar a soportar peso en 2 a 4 semanas y la cicatrización ocurre en 8 a 12 semanas (St-Jean, 1996). Fracturas de diáfisis humerales en terneros se pueden tratar de manera conservadora, poniendo el animal en confinamiento durante 4 a 8 semanas (Denny y col., 1988).

Debido a que algunos animales tienen problemas para extender el miembro afectado se recomienda una férula de PVC, aplicado sobre la extremidad desde distal hasta el codo para prevenir deformidades flexoras durante su recuperación (St-Jean, 1996), aunque los resultados funcionales de esta forma de tratamiento son satisfactorios, pero pueden llegar a tener de diversos grados de unión defectuosa (Denny y col., 1988).

Problemas de bienestar animal se deben tener en cuenta antes de intentar un tratamiento conservador (Steiner, 2004).

### 6.2.2. Tratamiento quirúrgico:

Las técnicas de fijación intramedular pueden ser mediante clavos de Steinmann, de Rush, Interlocking nail o placas de osteosíntesis (St-Jean, 1996).

Un solo clavo intramedular de Steinmann hace poco para evitar la rotación, inestabilidad y el colapso de las fracturas oblicuas, por lo que la prevención se puede hacer mediante cerclaje junto con la compresión de la fractura y además se disminuye también la incidencia de pseudoartrosis por migración de los clavos (St-Jean, 1996).

Interlocking nails es un tratamiento alternativo para la reparación de fractura en huesos largos en grandes animales. Es una técnica adecuada para fracturas conminutas ya que resiste fuerza axial, rotacional y de flexión (St-Jean, 1996).

El acceso al húmero para la Placa de osteosíntesis es difícil a causa de las grandes masas musculares y orígenes e inserciones de tendones (Tabla 6). Las ramas superficial y profunda del nervio radial que se encuentra en el campo quirúrgico, deben estar protegidos. Estos factores causan menos problemas con un abordaje craneal, en lugar de una aproximación lateral. Sin embargo, el aspecto distal del húmero puede no ser visualizado o manipulado fácilmente. La reducción de la fractura es dificultosa a causa de la musculatura y la fragmentaron del hueso. La aplicación de una placa lateral es problemático debido a la forma del húmero; una placa craneal se debe contornear para ser colocada en la fosa radial. Al perforar los orificios de los tornillos distales, se debe tener cuidado de no colocar inadvertidamente el tornillo a través de la fosa del olecranon. La fijación de las fracturas del húmero mediante placa de osteosíntesis a menudo falla, a causa del peso corporal en los animales de edad avanzada y la estructura ósea débil en los animales más jóvenes, que impiden la fijación de los implantes. Por lo tanto, el pronóstico de la placa de osteosíntesis para la reparación de las fracturas del húmero en el ganado es de reservado a malo (Rakestraw y col., 1991; Nuss, 2014).

La fijación interna utilizando un clavo/s intramedular/es o interlocking nail parece tener un mejor resultado que otros métodos en terneros. Las fracturas del húmero se curan adecuadamente con el uso de los clavos intramedulares y confinamiento. La curación es probablemente atribuible al mantenimiento de la alineación axial por el implante/s. Un mejor resultado es más probable con implantes intramedulares, debido a que la musculatura circundante actúa para comprimir los fragmentos de la fractura a un cierto grado. Desplazamiento suave del clavo se tolera, si el eje del hueso está bien mantenido. Además, el ganado generalmente tiene una buena capacidad de formación de callo. Clavos individuales por lo general no son suficientes para ganado pesados y deben ser utilizados múltiples clavos de Steimmann o interlocking nails (Nuss, 2014).

**Tabla 6.** Fijación Interna en Fracturas de Húmero: Visión general de la bibliografía.

Nº animales tratados	Peso corporal (Kg) o edad (meses/ años)	Segmento	Implantes	Resultados	Referencias
1	9 m	2	1.3 cm (0.5 pulgadas) Clavo IM acero inoxidable.	1/1 excelente después de la cirugía.	22
1	Sin información	----	Clavo IM.	Sin información Dada.	31
1	2.5 a	2	Kuntscher nail	1/1 Sano	30
3	3-8 a	----	14 mm Clavo IM Kuntscher nail.	2/3 curados, 1 murió (osteomielitis)	29
1	275 kg	2	9.5 mm Clavo roscado de acero inoxidable por 5 semanas.	1/1 Sano	14
1	7 m	2	DCP 10 orificios craneal.	1/1 Sano a los 22 m.	37
1	18 m	2	DCP 12 orificios craneal y DCP 9 orificios lateral.	1/1 Sano 1º m después de la cirugía.	
1	4 a	3	DCP 12 orificios craneal y DCP 10 orificios lateral.	1/1 Fractura día 13, eutanasia.	
1	250 kg	2	Placa DCS 10 orificios.	1/1 sacrificaron	8
1	90 kg	2	DCP 3.5 mm 7 orificios y 2 tornillos de cabeza cuadrada de 3.5 mm.	1/1 Sacrificaron	
1	200 kg	----	Placa ósea de 14 orificios.	1/1 bueno después de 37 días.	5
3	300-450 kg	2	2 Fijadores externos con barra de sujeción, tornillos.	1/3 exitoso, 2 falla de implante.	19
1	2 d	2	DCP pequeño 4.5	1/1 inestable, eutanasia.	34

Abreviación: DCP, Placa Dinámica de Compresión. DCS, Tornillo Condilar Dinámico. Segmento: 1, Proximal epífisis/metáfisis; 2, Diáfisis; 3, Distal epífisis/ metafisis. Modificado de Nuss, 2014 (datos de 1957-2011).

### 6.3. Pronóstico

El pronóstico para la curación exitosa de una fractura de húmero en un rumiante depende principalmente del tamaño y la edad del animal (St-Jean, 1996); la reparación exitosa de fémur y húmero en bovinos adultos es pobre, debido a la el peso corporal y las fuerzas musculares altas que ejercen sobre estos huesos (Steiner, 2004), en cambio un ternero con una fractura humeral es probable que tenga un buen pronóstico con todo el tratamiento anteriormente mencionado. Generalmente el pronóstico para los grandes rumiantes con fracturas de húmero es a menudo de reservado a malo; por lo tanto, las oportunidades para el tratamiento de estas fracturas en rumiantes han sido limitadas no sólo por esto, sino también por las limitaciones económicas (St-Jean, 1996).

## 7) CUIDADOS POSTOPERATORIOS

Cuidados, fisioterapia postoperatoria y las complicaciones no pueden ser ignoradas en los pacientes ortopédicos (rumiantes). La decisión de proceder con un caso, debe incluir un compromiso por el cliente y el equipo quirúrgico para incurrir en los gastos, tiempos adicionales y compromiso de seguir adelante después del tratamiento inicial (St-Jean, 1996).

La terapia física es una ciencia cada vez mayor en pequeños animales y equinos, aunque los rumiantes también pueden beneficiarse de la terapia física durante la convalecencia (St-Jean, 1996).

La manipulación física pasiva, el calor y el frío son considerados importantes en la rehabilitación de las lesiones musculo-esqueléticas. La terapia con frío se utiliza en la fase aguda de la lesión o durante los primeros 2-3 días del postoperatorio. Sus efectos beneficiosos son el control de la tumefacción y la analgesia. El frío puede aplicarse utilizando hielo molido en una bolsa plástica o congelantes disponibles en el comercio. La terapia con calor en la forma de fomentos está indicada en la fase crónica de la cicatrización. Los efectos beneficiosos comprenden la reducción del dolor y el aumento de la circulación. El calor no reduce la tumefacción y no debe utilizarse durante los 3 a 4 días iniciales después de la cirugía (Johnson y col., 2005; Johnson, 2009).

La fisioterapia se describe como el estiramiento controlado de los músculos, tendones y ligamentos. La articulación por encima o por debajo del área problema se flexiona y se extiende con delicadeza durante 2-3 minutos, luego el proceso se repite con las restantes articulaciones principales del miembro. En forma gradual se aumenta la cantidad de movimiento hasta alcanzar casi un rango de movimiento normal, o que esté dentro de los límites de tolerancia del dolor. La terapia pasiva es efectiva en el mantenimiento del movimiento articular y comodidad del paciente, pero no aumenta el tono y la fuerza muscular. La aplicación del masaje o movimiento pasivo a un paciente rumiante pueden hacer una diferencia, pero se pasa por alto o se olvida (St-Jean, 1996). La terapia pasiva debe combinarse con la terapia física activa. Permitir o ayudar al paciente a pararse sobre el miembro operado es la manera más sencilla de terapia física activa y se la debería comenzar durante la primera semana de postoperatorio (Johnson, 2009). El ganado, cuando tiene su extremidad posterior afectada, pueden ser necio y lento para aprender a ponerse de pie; pueden aprender a levantarse y ponerse de pie, pero esto es un trabajo duro que debe repetirse hasta que el animal se hace más fuerte y aprende (St-Jean, 1996).

El masaje es la manipulación terapéutica suave de tejidos y músculos por roce, frote o tocando. Los Beneficios de masajes incluyen el aumento local de circulación, espasmo muscular reducido, atenuación del edema y la ruptura de la formación de tejido cicatricial irregular. Las propiedades fisiológicas se deben a reflejos y efectos mecánicos, mientras que en la periferia producen relajación muscular y dilatación de las arteriolas. Los efectos mecánicos incluyen el aumento de drenaje linfático y venoso eliminando así el edema y los desechos metabólicos. El aumento de la circulación arterial aumenta la oxigenación de los tejidos y la curación de la herida, mientras que la manipulación del tejido conectivo mejora la gama del movimiento y la movilidad de las extremidades (Johnson y col., 2005).

Radiografías postoperatorias deben ser examinadas cuidadosamente para asegurar la alineación normal de la extremidad. Las cuatro A mencionadas en el nemotécnico ideado por los Doctores Egger y Schwarz es útil para garantizar una sistemática

evaluación de las radiografías postoperatorias, ellas son: Alineación, Aposición, Aparato (implantes) y Actividad. La alineación de los fragmentos de la fractura en su normal orientación, es esencial para prevenir angulaciones y desplazamiento torsionales de las articulaciones por encima y por debajo de la fractura. Una cierta cantidad de aposición cortical de los fragmentos de la fractura es necesaria para asegurar una oportuna curación del hueso, la cantidad aceptable de aposición cortical variará dependiendo del tipo de fijación de fractura seleccionada. Además, las radiografías se deben revisar en serie, para evidenciar aflojamiento del implante o el fracaso prematuro, hasta que la curación del hueso es radiográficamente completa. La actividad se refiere principalmente a la actividad biológica del hueso en respuesta a la fijación utilizada y también se puede utilizar para evaluar la recuperación postoperatoria de la función después de la reparación de fracturas (Johnson y col., 2005).

Mediante radiografías se puede observar la unión clínica de la fractura y establecer cuando se puede retirar la fijación (San Román, 2012).

## **8) COMPLICACIONES**

Según St-Jean (1996) en la cirugía ortopédica, las complicaciones son frecuentes. En el caso de los terneros recién nacidos no saben cómo pararse e inicialmente soportar peso en una extremidad fracturada, en lugar de favorecerla. Infección umbilical se desarrolla a menudo en los primeros días después del tratamiento de las fracturas como consecuencia de la postración (Ferguson 1985; Nuss y col., 2011).

Además de los riesgos generales, la estructura ósea en terneros plantea problemas. Sólo la parte central de la diáfisis tiene hueso cortical que es lo suficientemente gruesa para mantener tornillos. La región metafisaria esponjosa es un lugar predilecto para las fracturas. En terneros recién nacidos, 60% de las fracturas de fémur y tibia se producen en la región metafisaria y sólo el 25% en zona diafisaria (Nuss y col., 2011).

Johnson (2009) cita tres complicaciones que pueden ocurrir en la consolidación de las fracturas, ellas son la no unión, unión retardada y mal unión. La no unión fracturaria se diagnostica cuando hay indicios radiográficos de que la cicatrización ósea no está ocurriendo o no puede tener lugar. Éste tipo de no unión es resultado de una estabilidad fracturaria inadecuada. El movimiento constante en los sitios fracturarios impide la mineralización de cartílago. En la unión retardada las fracturas se unen aunque con mayor lentitud que la anticipada, los signos de actividad ósea progresiva (incremento de la densidad radiográfica de las líneas fracturarias) se visualizan en las placas radiográficas secuenciales; las técnicas quirúrgicas y los implantes que afectan a los tejidos blandos circundantes e interfieren con la vascularización del hueso lesionado retardan la unión ósea. Las mal uniones son fracturas consolidadas en las cuales no se alcanzó el alineamiento óseo anatómico o no se mantuvo durante un período cicatrizal. Pueden tener efectos nocivos sobre el funcionamiento. Las deformaciones angulares se caracterizan por la pérdida de las relaciones paralelas correctas entre las articulaciones por encima y por debajo del hueso fracturado. Las deformaciones pueden clasificarse como valgus (desviación hacia afuera), varus (desviación hacia adentro), antecurva o recurva (curvado ante o después del punto de la fractura). Cuando son pronunciadas, estas deformaciones

afectan el funcionamiento del miembro y pueden desencadenar la osteoartritis de las articulaciones adyacentes (Johnson, 2009).

El ganado puede adquirir retracción de tendones como resultado de una fractura o parálisis del nervio radial, se produce una flexión en un plano sagital generalmente a nivel de carpo y nudo. Se refleja una incapacidad para lograr o mantener una extensión normal de las extremidades. Las deformidades se clasifican como leves (si los terneros son capaces de caminar sobre sus pies, pero los talones no tocan el suelo), moderada (si apoya la cara dorsal de las pezuñas sobre un plano vertical perpendicular al suelo), o grave (si los animales afectados se ven obligados a caminar con la cara dorsal de la cuartilla, nudo o carpo). El éxito del tratamiento de las deformidades de flexión depende del lugar y gravedad de la deformidad. Las flexiones de leves a moderadas por lo general responden a la terapia física con el estiramiento manual de los tendones y ejercicios. Los casos moderados se tratan mediante el uso de un vendaje, férula o yeso. La mayoría de las flexiones de las extremidades se corrigen con tratamiento no quirúrgico persistente. Terneros con deformidades de flexión severas pueden ser tratados por la tenotomía realizada a en medial de metacarpo o metatarso o próximas al carpo. Si los resultados de tenotomía le brinda un poco de alivio, pero la extensión completa se requiere vendaje y entablillado de la extremidad durante 1 a 2 semanas después de la operación. Si se obtiene excesiva relajación debe ser colocado un yeso durante 3 a 4 semanas hasta que los tendones se reúnan por fibroplasia (St-Jean, 1996).

La mayor parte de las complicaciones asociadas con las férulas externas son mínimas (tumefacción del miembro en distal de la férula, deslizamiento de la férula, abrasiones cutáneas); sin embargo pueden presentarse inconvenientes preocupantes (no unión de fracturas, pérdida de un miembro debido a necrosis isquémica) (Johnson, 2009). Las complicaciones que puede traer la aplicación de yeso incluyen uno o más de las siguientes: contractura muscular, pérdida de la amplitud de movimiento, reducción en la calidad del cartílago articular, úlceras, lesión de tejidos blandos y musculatura, mala alineación de la fractura, consolidación viciosa de la fractura, consolidación retrasada de la fractura y convalecencia prolongada (Anderson y St-Jean, 2008). Tener en cuenta que el uso de yesos o férulas se han asociado con decúbito prolongado, abrasiones de la piel, llagas de presión, osteoporosis de huesos, atrofia muscular, rigidez en las articulaciones y la unión retardada de la fractura (St-Jean y col., 1991). El yeso debe ser revisado diariamente para asegurarse de que en las fracturas no haya calor, holgura excesiva y exudado. Cualquier cambio significativo a ese nivel en los animales con la extremidad afectada puede ser motivo para la extracción del yeso y reevaluación (St-Jean, 1996).

Según St-Jean (1996) los rumiantes son mejores pacientes ortopédicos que los equinos, ya que naturalmente pasan mucho tiempo acostados; sin embargo el decúbito esternal es esencial y debe ser capaz de levantarse, aunque con poca frecuencia, para evitar problemas digestivos, lesiones en ubre y los efectos de decúbito.

Los seromas serían otra complicación y se atribuye al movimiento de los extremos de los clavos en la masa glútea, durante la deambulación en terneros con fracturas femorales. Los clavos se deben cortar tan cortos sean posible para reducir esta complicación. Estos seromas pueden ser resueltos poniendo en descanso los animales u acortando o retirando los clavos (St-Jean y col., 1992a).

Los dos motivos más frecuentes para la reparación luego de la fijación son la infección, osteomielitis, artritis séptica (migración o ruptura del implante). Los signos

clínicos de estas dos complicaciones postoperatorias son similares e incluyen dolor y tumefacción de tejidos blandos localizados, exudado en la incisión o tracto en el tejido de granulación y exacerbación de la claudicación previa (Fubini y Ducharme, 2005).

Otra complicación es la falla o migración del implante por un evento catastrófico aislado o fatiga cíclica. La falla catastrófica por lo usual ocurre en el periodo de recuperación inmediato y se inician en el punto más débil de la fijación o en un foco de concentración de esfuerzo. La fatiga cíclica por lo usual redundante en aflojamiento o desgaste de tornillos por fuerzas deslizantes en la interfase tornillo-placa y finalmente puede interesar a toda la reparación. Esto destaca la necesidad de seleccionar el tamaño e implante adecuado en el momento del tratamiento (Fubini y Ducharme, 2005).

La forma más común de la migración del implante en las fracturas femorales se asocia con clavos utilizados tanto para la reparación intramedular como fijadores esqueléticos externos en terneros neonatales. Debido a la relativa blandura del hueso, los clavos IM pueden migrar hacia proximal o distal dentro de la cavidad. La migración dentro de una articulación puede predisponer a la enfermedad articular degenerativa o artritis séptica del ternero. Los clavos de los fijadores esqueléticos externos también pueden aflojarse y migrar en los tejidos blandos. La migración del clavo a través de la piel predispone a la osteomielitis, porque el recorrido del implante obra como una comunicación directa desde el exterior hacia la cavidad medular (Fubini y Ducharme, 2005).

La infección, el secuestro, la interrupción de la estructura interna o externa del hueso y la consolidación retardada no tiene por qué significar el fracaso total, pero los costos en dinero y tiempo para continuar aumentará indeterminadamente. Los productores por lo general tienen un límite financiero y tienden a evaluar las posibilidades basadas en la economía, es decir, el valor potencial de los animales frente a los costos estimados (St-Jean, 1996).

Un cirujano mal preparado puede experimentar una mayor tasa de complicaciones debido a infección, fracaso del implante, retraso en la cicatrización, y pseudoartrosis (Johnson y col., 2005).

## OBJETIVOS

- 1) Presentar un caso clínico del Centro Hospital Veterinario de Facultad de Veterinaria UdelaR de una ternera Holando con fractura de metacarpo y húmero.
- 2) Realizar una revisión bibliográfica sobre el manejo de fracturas.
- 3) Realizar el seguimiento del caso durante el periodo postoperatorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la intervención quirúrgica de ternera Holando de 5 días de edad, en la Facultad de Veterinaria, que permaneció internada en el Departamento de Rumiantes durante 2 meses.

### Descripción del caso:

La consulta se realizó el 22 de octubre del 2012, la ternera provenía de Villa Rodríguez, correspondiendo a la 8º seccional policial del Departamento de San José.

El motivo de consulta fue por una fractura de metacarpo siendo previamente diagnosticada y tratada con un vendaje (Fig. 22).



Fig. 22.

Realizada la anamnesis se determinó que la ternera mamó calostro de su propia madre y provenía de un tambo que ordeñaba 90 vacas, para la reproducción utilizaba toro e inseminación artificial, con un pre-parto a base de ración y fardo, fósforo, vitamina D y E, secándose las mismas 60 días antes de la fecha de parto.

El productor confirmó que hubo extracción forzada en el momento del parto.

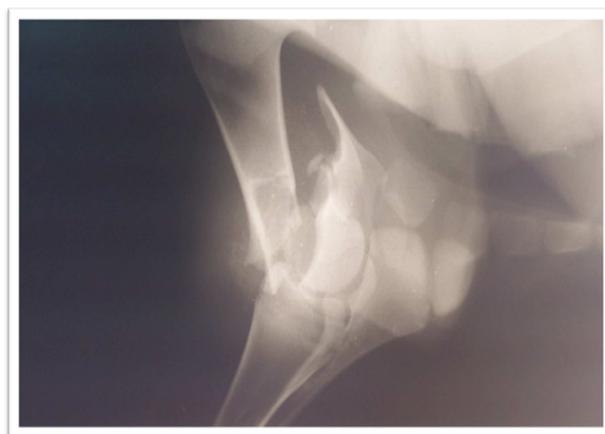
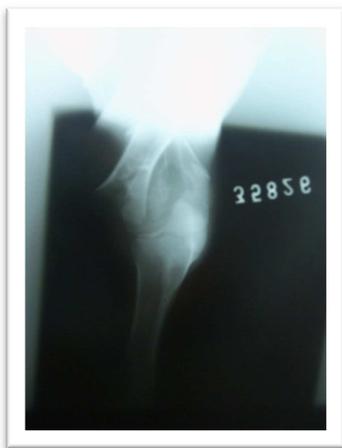
En el examen objetivo general se observó dificultad para caminar y claudicación del miembro anterior derecho. En el examen objetivo particular de aparato locomotor se observó flexión hacia caudal, apariencia de codo caído e inflamación del tejido circundante en la región del brazo. En la zona del metacarpo presentaba una férula de yeso.

Basándose en éstos signos clínicos se realizó un diagnóstico presuntivo de fractura de metacarpo y fractura de húmero y se solicitó radiografías con incidencia latero-medial y cráneo-caudal. Se confirmó fractura completa transversa con leve desplazamiento de la diáfisis de metacarpo y fractura oblicua múltiple metafisaria del húmero, ambas en miembro anterior derecho (MAD).

Se decidió realizar una intervención quirúrgica para realizar la osteosíntesis en el húmero y colocar una férula de yeso en el metacarpo desde la región del carpo hasta los dedos.



**Fig. 23.** RX, incidencia cráneo-caudal metacarpo **Fig. 24.** RX, incidencia latero-medial metacarpo



**Fig. 25.** RX, incidencia cráneo-caudal húmero **Fig. 26.** RX, incidencia medio-lateral húmero

## **Primer intervención quirúrgica – fijación interna mediante clavos intramedulares de Steinmann y cerclaje de húmero**

### **Materiales:**

- Preoperatorio: Tramadol 1 mg/kg (i/m).
- Fármacos: Acepromacina 0.05 mg/kg (i/m), Ketamina 0.1 mg/kg (i/v), Xilacina 0.01 mg/kg (i/v), Tiopental sódico 5 mg/kg (a efecto), Isoflurano 2 % (mantenimiento).
- Intraoperatorio: Metronidazol 10 mg/kg (i/v), Ceftriaxona 1 g (i/v).
- Postoperatorio: Flunixin de Meglumine 1.1mg/kg (i/m), Benzilpenicilina procaínica 30.000 UI/kg + estreptomicina 37,5 mg/kg (i/m).
- Clavo de Steinmann de 6.5 mm de diámetro.
- Alambre ortopédico de 1mm de diámetro (cerclaje).
- Tornillo cortical de 4.5 mm de diámetro.
- Taladro a batería.
- Instrumental de cirugía (fig.27.).



**Fig. 27.**

### **Procedimiento:**

Se administró como preanestésico Acepromacina (0.05mg/kg) y ketamina (0.1mg/kg) y Xilacina (0.01mg/kg) como derribo. Luego se utilizó Tiopental a efecto e Isoflurano 2% como mantenimiento (Fig. 28 y 29). Intraoperatorio se le administro Metronidazol (10mg/kg) y Ceftriaxona 1g/kg y para mejorar la analgesia se le administro Tramadol 1mg/kg i/m.



Fig. 28.



Fig. 29.

El animal se colocó en decúbito lateral, con el MAD extendido. Luego se realizó depilación, embrocación de la zona con aplicaciones alternas de iodopovidona y alcohol (3 veces con cada uno) y colocación de campos. Se realizó una incisión cráneo-lateral en piel desde 3 o 4 centímetros por debajo del tubérculo mayor del húmero, extendiéndose por el borde lateral hasta unos centímetros antes de la articulación del codo. (Fig. 30 y 31).



Fig. 30.

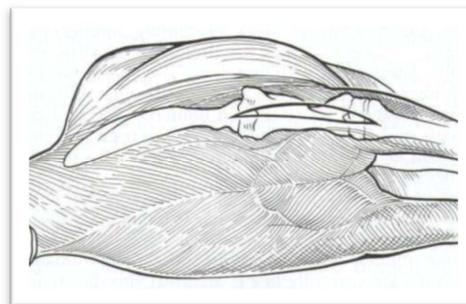


Fig. 31. Modificado de St-Jean, 1996.

Se estableció un plano de disección el cual permite la divulsión de los músculos adyacentes al húmero, comenzando con la separación del braquiocefálico y la cabeza lateral del tríceps, exponiendo el músculo braquial a lo largo de la cara lateral del húmero (Fig. 32 y 33). Se identificó el nervio radial a lo largo del borde caudal del músculo braquial para evitar lesionarlo (Fig. 34).

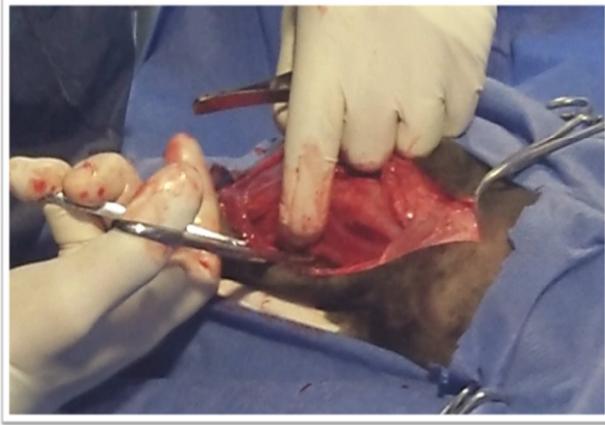


Fig. 32.

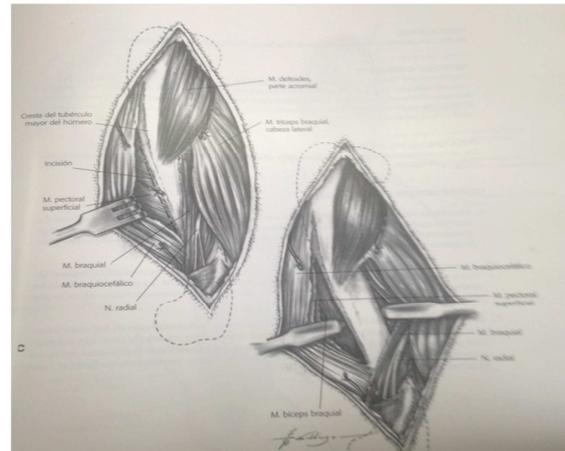


Fig. 33. Modificado de Piermattei y,Johnson, 2004.

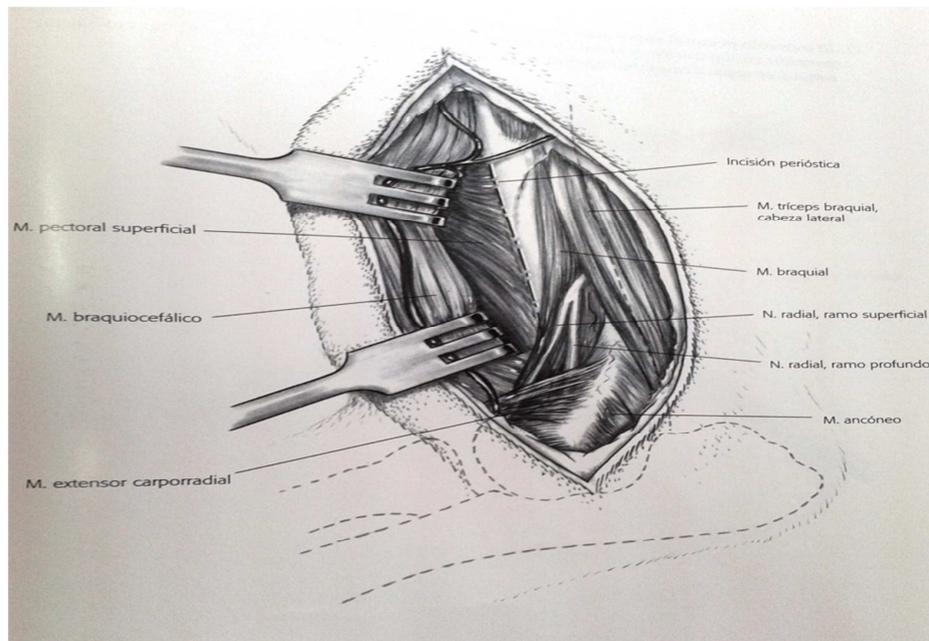
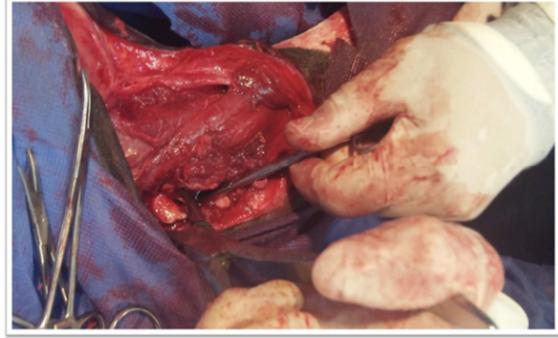
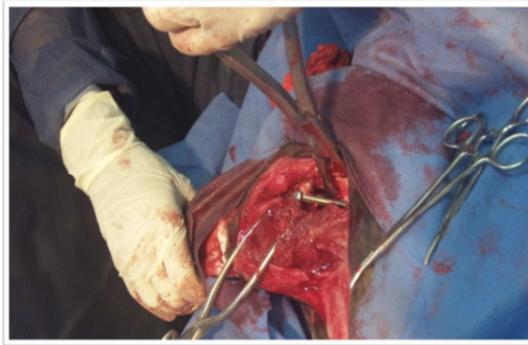


Fig. 34. Modificado de Piermattei y,Johnson, 2004.

Una vez abordado el sitio de la fractura se procedió a colocar el clavo de Steinmann de 6.5 mm de diámetro de manera retrógrada, desde la superficie fracturada hasta salir por el tubérculo mayor del húmero, craneolateral a la articulación del hombro. Luego se alinearon los cabos del hueso y con un martillo se descendió la punta distal del clavo hasta el epicóndilo medial (Fig. 35 y 36).

**Fig. 35.****Fig. 36.**

Se colocó un tornillo de compresión de 4.5 mm de diámetro con el fin de evitar la fuerza rotacional de la fractura. Se decidió colocar un hemierclaje distal a la línea de fractura y un cerclaje acompañando el tornillo colocado a 1cm por debajo de la línea de fractura (Fig. 37 y 38).

**Fig. 37.****Fig. 38.**

Una vez reducida la fractura, se realizó una aproximación de los músculos (Fig. 39). Se suturó el tejido subcutáneo con Vicril® n° 0 (Fig. 40) y la piel con Nylon n° 0.35, con puntos separados simples (Fig. 41).

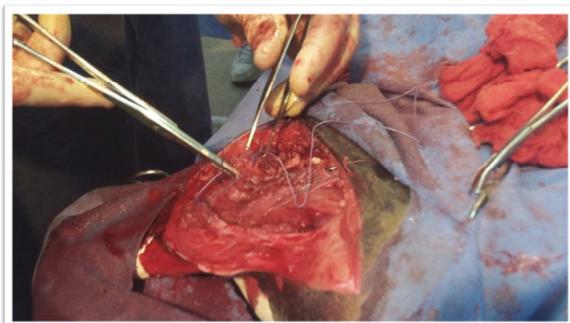
**Fig. 39.****Fig. 40.**



Fig. 41.

En el período postoperatorio se administró durante 3 días analgésico (Flunixin de Meglumine 1.1mg/kg i/m c/24hs) y antibiótico (Benzilpenicilina procaínica 30.000 UI/kg + estreptomina 37,5 mg/kg i/m c/12hs) por 7 días.

### **Colocación de férula de yeso en el metacarpo**

#### **Materiales:**

- Vendas de yeso Paris.
- Vendas de algodón.
- 2 Tirapiés.
- Metil-metacrilato.

#### **Procedimiento:**

Finalizada la intervención quirúrgica de húmero, se llevó a cabo la colocación de la férula de yeso para estabilizar la fractura de metacarpo.

Para facilitar la estabilización y suspender el miembro se utilizaron 2 tirapiés aplicados en la superficie medial y lateral de la extremidad con el fin de evitar el deslizamiento del yeso. Se aplicó una capa simple de estoquinete en el miembro sobre los tirapiés. Se extendió el estoquinete desde distal de los dedos hasta dos pulgadas proximal al carpo y se ajustó con firmeza al miembro para evitar exceso de material y que éste se pliegue sobre sí mismos o se arrugue. Se embebió la cinta de yeso con agua tibia y se aplicó en el miembro superponiendo un 50%, se colocó desde los dedos cubriendo la suela hasta por encima del codo, inmovilizando de ésta manera las articulaciones proximal y distal del metacarpo (Fig. 42). Por último se aplicó acrílico en la superficie de apoyo del yeso para evitar el humedecimiento y desgaste del mismo (Fig. 43).



Fig. 42.



Fig. 43.

### **Colocación del vendaje de Robert-Jones modificado en metacarpo**

A causa de una complicación en la resolución de la fractura del húmero, debido al peso que ejercía el yeso, se resolvió hacer a un vendaje de Robert-Jones modificado para estabilizar la fractura de metacarpo.

#### **Materiales:**

- Vendas de algodón.
- Venda elástica.
- 2 Tablillas de PVC.
- Vendas de gasa.

#### **Procedimiento:**

Se realizó el vendaje con la ternera en pie, envolviendo con algodón el miembro en forma de espiral superponiendo un 50%, luego de realizada las primeras capas de algodón se le colocaron las tablillas de PVC; por encima de estas se realizaron dos capas más. Se procedió a colocar una venda de gasa bien ajustada y por encima de ésta una venda elástica (Veltrap®) (Fig. 44 y 45).



Fig. 44.



Fig. 45.

### **Segunda intervención quirúrgica: colocación de clavos intramedulares con fijador esquelético externo en húmero**

Una complicación que surgió al siguiente día de la primera cirugía, fue un desplazamiento hacia craneal del clavo de Steinmann a consecuencia de la sobrecarga del yeso colocado para la resolución de la fractura metacarpiana. Se confirma mediante radiografía con una incidencia latero-medial (Fig. 46) y se programó una segunda intervención quirúrgica 7 días después.



Fig. 46. RX, incidencia latero-medial Húmero

Materiales:

- Preoperatorio: Tramadol 1 mg/kg (i/m)
- Fármacos: Acepromacina 0.05 mg/kg (i/m), Ketamina 0.1 mg/kg (i/v), Xilacina 0.01 mg/kg (i/v), Tiopental sódico 5 mg/kg (a efecto), Isoflurano 2 % (mantenimiento).
- Intraoperatorio: Metronidazol 10 mg/kg (i/v), Ceftriaxona 1 g (i/v).
- Postoperatorio: Flunixin de Meglumine 1.1mg/kg (i/m), Benzilpenicilina procaínica 30.000 UI/kg + estreptomina 37,5 mg/kg (i/m).
- Taladro a batería.
- Metil-metacrilato.
- Barras conectoras de acero inoxidable de 6,5 mm de diámetro para fijación externa.
- Instrumental de cirugía.

Procedimiento:

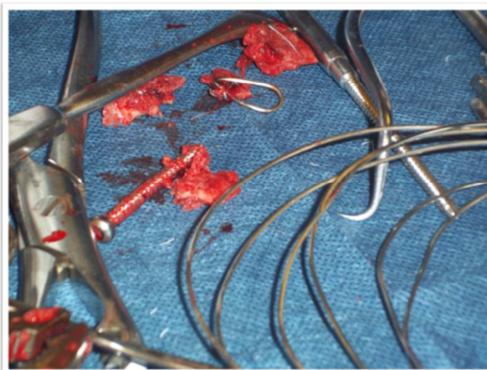
Se administró como preanestésico Acepromacina (0.05mg/kg) y ketamina (0.1mg/kg) y Xilacina (0.01mg/kg) como derribo. Luego se utilizó Tiopental a efecto e Isoflurano 2% como mantenimiento. Intraoperatorio se le administro Metronidazol (10mg/kg) y Ceftriaxona 1g/kg y para mejorar la analgesia intraoperatoria se le administro Tramadol 1mg/kg i/m.

Se colocó la ternera en posición de decúbito lateral con el MAD extendido y se procedió a embrocarse (iodopovidona-alcohol) y colocar el campo. Luego se incidió en la misma línea de la cirugía anterior, siguiendo los mismos pasos para abordar al sitio de fractura (Fig. 47).



Fig. 47.

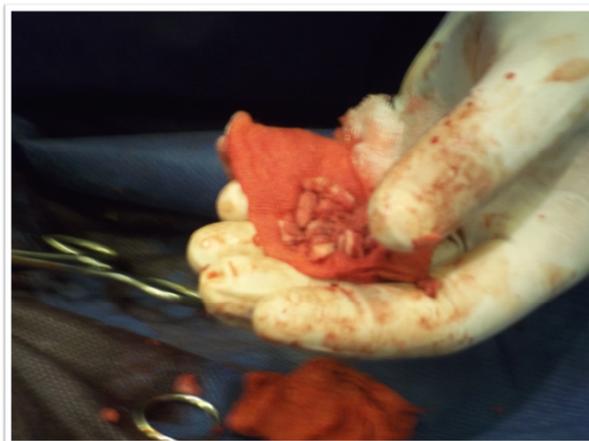
Una vez accedido al foco de fractura se retiró el tornillo y los alambres de los cerclajes, luego se extrajo el clavo intramedular a través del orificio por el cual había egresado al tubérculo mayor del húmero (Fig. 48 y 49). Después de retirados éstos materiales se quitó el fragmento de hueso fracturado que se encontraba libre; se partió en pequeños fragmentos y se lavó con suero fisiológico, para luego ser utilizado en la colaboración de la formación del callo óseo.

**Fig. 48.****Fig. 49.**

Para incrementar el soporte rotacional y abaxial se emplearon 4 clavos de Steinmann de 4.5mm de diámetro (Fig. 50 y 51); para evitar su rotación se colocaron 2 clavos de transfijión; uno de ellos se colocó en la metafisis proximal y el otro en la metafisis distal con dirección hacia la línea de fractura.

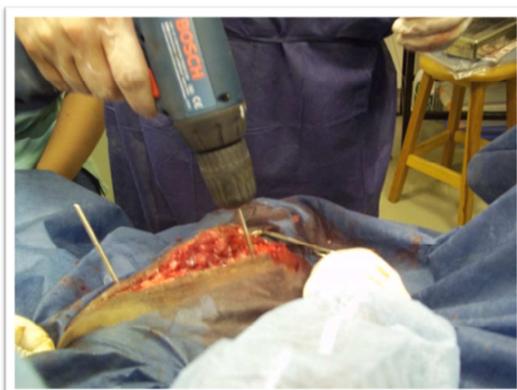
**Fig. 50.****Fig. 51.**

Previo a la aproximación de los músculos, fueron colocados los pequeños fragmentos de hueso (Fig. 52). Luego se aproximaron los músculos; tejido subcutáneo y piel se suturo de forma habitual.



**Fig. 52.**

En el siguiente paso se colocaron los clavos del fijador esquelético externo (FEE tipo I) (Fig. 53 y 54), se realizó una sutura continua simple en piel. Después se unieron las barras conectoras con los clavos de transfixión mediante metilmetacrilato (Fig. 55). Dichas barras conectoras fueron colocadas a 2 cm aproximadamente de la piel para evitar el edema o inflamación postquirúrgica. Asimismo se colocaron gasas humedecidas para evitar una posible lesión por el calor desprendido del acrílico (Fig. 56).



**Fig. 53.**



**Fig. 54.**



**Fig. 55.**



**Fig. 56.**

El manejo post-operatorio fue el mismo que el realizado en la cirugía anterior, analgésico (Flunixin de Meglumine 1.1mg/kg i/m c/24hs) y antibiótico (Benzilpenicilina procaínica 30.000 UI/kg + estreptomina 37,5 mg/kg i/m c/12hs).

### **Tenotomía de los tendones flexores digitales superficial y profundo en el miembro anterior derecho:**

Se tomó la decisión de realizar la incisión de ambos tendones digitales flexores (superficial y profundo) debido a la retracción que presentaban como consecuencia de la falta de apoyo y funcionalidad de dicho miembro.

#### **Materiales:**

- Lidocaína.
- Bisturí.
- Hemostática.
- Iodopovidona.
- Material de sutura (Nylon).

#### **Procedimiento:**

Se hizo depilación a nivel del radio, se embrocó con iodopovidona y alcohol y se realizó la infiltración con anestésico local (Lidocaína 2%) en piel y subcutáneo (Fig. 57).

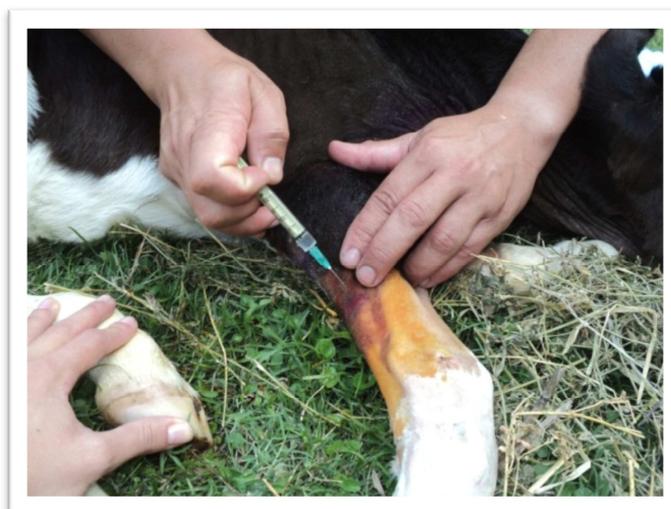


Fig. 57.

Se hizo una pequeña incisión de aproximadamente 2 cm de largo en la piel y subcutáneo; se logró visualizar fácilmente el tendón flexor digital superficial y se procedió a incidirlo (Fig. 58 y 59), luego se buscó más profundamente el flexor digital profundo y se lo incidió (Fig. 60). Para finalizar se realizó la sutura de piel y tejido subcutáneo con puntos simples (Fig. 61).

**Fig. 58.****Fig.59.****Fig. 60.****Fig. 61.**

### Manejo postoperatorio

El seguimiento del caso se realizó tomando parámetros clínicos dos veces al día, en la mañana y en la tarde (Frecuencia cardiaca, Frecuencia respiratoria, Temperatura y Movimientos ruminales) (ver anexo 1 y 2).

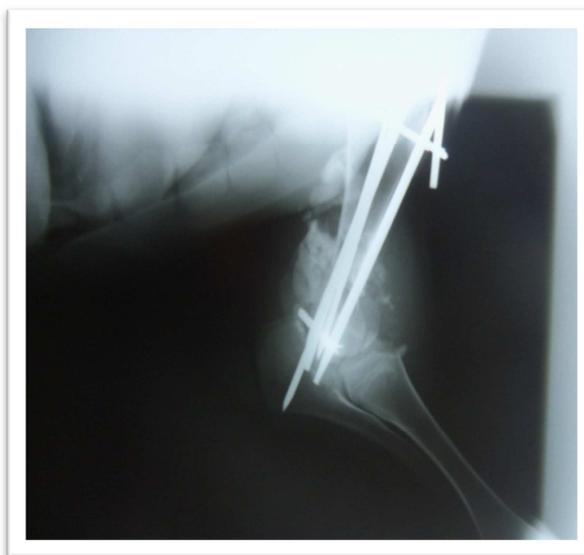
Luego de ambas cirugías se le administró analgésico por 3 días (Flunixin de Meglumine 1.1mg/kg i/m c/24hs) y antibiótico (Benzilpenicilina procaínica 30.000 UI/kg + estreptomina 37,5 mg/kg i/m c/12hs) por 7 días.

Se realizaron curaciones periódicas con iodo en los orificios por donde se colocaron los fijadores externos, debido a un exudado purulento producido por una reacción local en tejido blando.

A la cuarta semana debido a la producción de exudado y aflojamiento del clavo de transfixión distal, se decide realizar una radiografía donde se observó la migración de uno de los clavos de Steinmann (Fig. 62 y 63) y se decidió extraerlo junto con el clavo de transfixión y la barra conectora (Fig. 64 y 65). También se hace un recambio del vendaje Robert-Jones modificado, se hace una evaluación y se encuentra una buena estabilidad de la fractura metacarpiana.



**Fig. 62.** RX, incidencia cráneo-caudal húmero



**Fig.63.** RX, incidencia medio-lateral húmero



Fig. 64.



Fig. 65.

Se decide a los 5 días retirar el vendaje y se observaron dos úlceras provocadas por la fricción de las tablillas de PVC en la zona distal del metacarpo, la cual fue tratada con Histocrem® (crema cicatrizante).

A la quinta semana se desparasitó con Doramectina 2 cc. En esta semana se le empezó a ofrecer fardo de alfalfa. Se realizó radiografía cráneo-caudal y latero-medial, observándose gran formación de callo óseo y proximidad de los clavos con la articulación del codo (radio-cubito-humeral) provocando dolor al movimiento (Fig. 66 y 67).



Fig. 66. RX, incidencia cráneo-caudal húmero

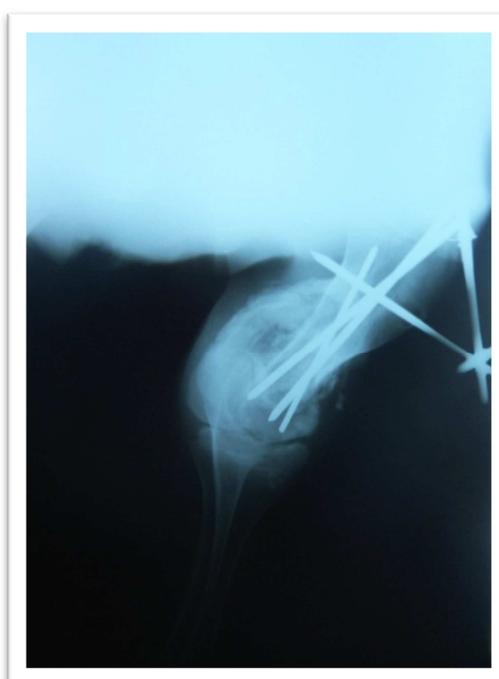
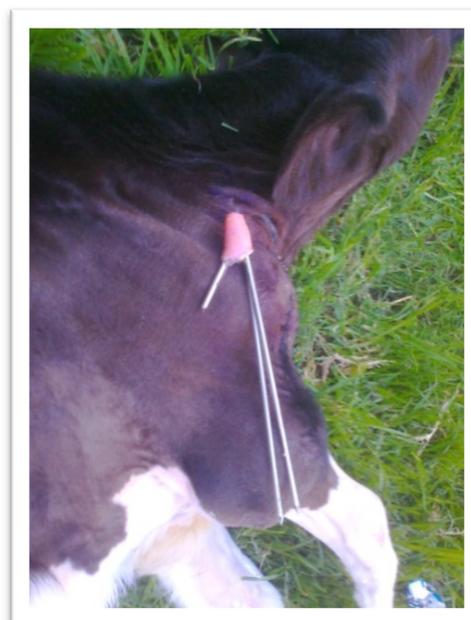


Fig.67. RX, incidencia medio-lateral húmero

Sexta semana: al observarse estabilidad se decidió retirar los 2 clavos de Steinmann unidos a la barra conectora y un clavo de transfixión de la zona proximal del húmero, debido a que estaba produciendo una ulcera por contacto en el cuello. Al presentar alta temperatura se le administro Dipirona 2 % 20 mg/kg (i/m) y como preventivo se le dio Enrofloxacina 5 % 5 mg/kg (i/m) cada 12 hs por 3 días. Al siguiente día de retirada la fijación externa se observó la aproximación del último clavo que se encontraba en cavidad medular y fue retirado (Fig. 68 y 69).



**Fig. 68.** RX, incidencia medio-lateral húmero



**Fig. 69.**

Se comenzó a realizar fisioterapia varias veces por día alternados cada 15 minutos debido a que presentaba dificultad para apoyar el miembro, manteniéndolo en posición flexionada.

Para descartar que se tratara de un problema neurológico y que esté afectado el nervio radial, se provocó dolor superficial y profundo, dando un resultado parcialmente negativo.

Séptima semana: al presentar fiebre se le volvió a administrar Dipirona 2 % 20 mg/kg (i/m) y Enrofloxacina 5 % 5 mg/kg (i/m) por 7 días. La fisioterapia realizada dio resultados positivos pero aún no lograba extenderlo, lo que llevó a realizar una tenotomía de los tendones flexores digital superficial y profundo; se le colocó un taco de madera envuelto con cinta al miembro para lograr contactar con el piso (Fig. 70) (ver anexo.2).



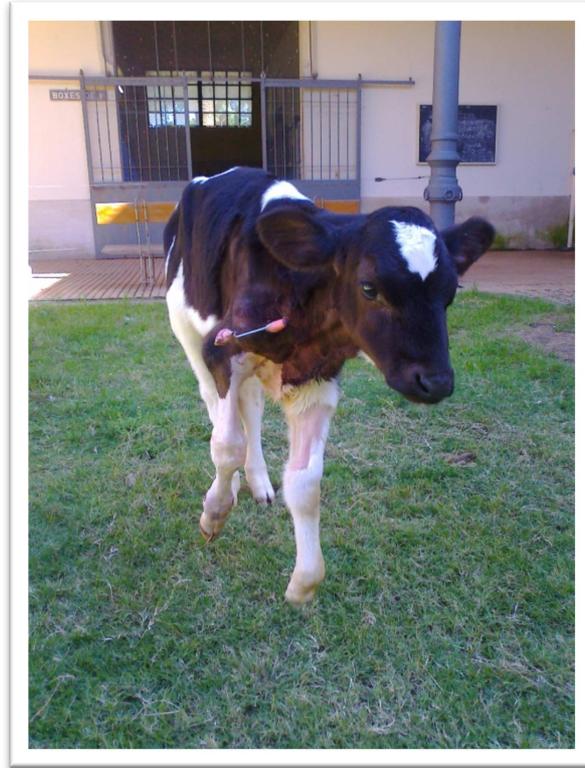
**Fig. 70.**

Debido a que la ternera permanecía mucho tiempo en decúbito, se produjeron erosiones en piel sobre el lado izquierdo, porque permanecía mucho tiempo en contacto con el suelo, orina y heces, se las trató con Histocrem® (crema cicatrizante) (Fig. 71).



**Fig. 71.**

Las articulaciones del miembro contralateral (izquierdo) se inflamó al tener que soportar casi todo el peso del cuerpo y paralelamente presentó retracción del tendón flexor digital superficial en el MAI (Fig. 72).



**Fig. 72.**

El día 21 de diciembre del 2012 se le da el alta médica.

## DISCUSION

Se han realizado varias mejoras, estudios y avances genéticos se han realizado para conseguir una mayor productividad y rendimiento del ganado con menores gastos de gestión y trabajo. Esto ha causado un aumento en la incidencia de pérdidas (muerte fetal, condiciones traumáticas debido a distocia, predisposición a infecciones de los terneros, vacas en postparto y períodos postnatal, etc.) Se observa la distocia afectada por la relación feto-materna, con mayor frecuencia en el ganado lechero (Aksoy y col., 2009).

En este caso, las fracturas fueron provocadas por los mismos propietarios en el momento del parto (Aksoy y col., 2009), una de ellas muy común, la fractura metacarpiana que representa el 50% y la otra menos común, la fractura humeral representa menos del 5% (Anderson y St-Jean, 2008). El diagnóstico definitivo se realizó mediante radiografías (St-Jean, 1996; Fubini y Ducharme, 2005; Johnson, 2009).

En el caso de fractura cerrada de la parte media del metacarpo o metatarso pueden ser tratadas con un yeso completo de la extremidad, debe aplicarse al menos una articulación por encima y otra por debajo de la articulación del foco de fractura para reducir las fuerzas (St-Jean, 1996; Anderson y St-Jean, 2008).

Los métodos que se utilizaron para la resolución de la fractura en metacarpo fueron: férula de yeso aplicado una articulación por encima y otra articulación por debajo del foco de fractura (St-Jean, 1996; Anderson Y St-Jean, 2008; Johnson, 2009). En este caso no se tuvo en cuenta la fractura humeral situada en el mismo miembro, llevando este yeso a una sobrecarga afectando la estabilización del mismo. Como segunda opción en metacarpo se utilizó vendaje de Robert-Jones modificado (St-Jean, 1996; Anderson y St-Jean, 2008).

El húmero es un hueso cubierto por una gran masa de músculos (St-Jean, 1996), debido a esto su resolución no resulta sencilla, no se aconseja el manejo médico o conservador según Johnson (2009) en pequeños animales; aunque St-Jean (1996) afirma que este tratamiento conservador es el más adecuado para el ganado hasta los 6 meses de edad o con un peso inferior a 250 kg. El tratamiento conservador con reposo absoluto puede ser una opción de tratamiento en los casos de fracturas con mínimos desplazamiento (Steiner, 2004). Los clavos intramedulares, clavos intramedulares más fijación esquelética externa, fijadores esqueléticos externos solos y placas óseas pueden emplearse para la reparación de éstas fracturas (Johnson, 2009).

El primer método utilizado para resolver ésta fractura fue con clavo intramedular de Steinmann y para evitar la fuerza rotacional se colocaron cerclajes y un clavo de rosca (St-Jean, 1996; Fubini y Ducharme, 2005). A consecuencia del peso del yeso antes mencionado, se afectó la estabilidad y osteosíntesis de esta resolución; llevando a una segunda intervención quirúrgica en la cual se emplearon 4 clavos intramedulares con fijador esquelético externo, lo que le brindó una estabilidad a la fractura incrementando el soporte axial y rotacional (Johnson y col., 2005; St-Jean y col., 1992b; Johnson, 2009). Los múltiples clavos colocados en el húmero fueron capaces de inmovilizar la fractura adecuadamente (Kent, 1981). El fijador externo se aplicó para proporcionar la estabilización suplementaria. Algunos terneros pueden requerir un fijador externo rígido para soportar la mayor parte del peso debido al tiempo prolongado de curación. El fijador externo debe estar en su lugar, al menos hasta que callo óseo se haya desarrollado para evitar el desplazamiento de los

fragmentos (St-Jean y col., 1992b). Resultados de estudios en perros y experiencia clínica en humanos han indicado que al aumentar el número o el diámetro de los clavos de fijación, aumenta la rigidez inicial de los dispositivos y disminuye la posibilidad de aflojamiento prematuro (St- Jean y col., 1992b).

Para favorecer la osteosíntesis, contribuir con la formación del callo óseo y brindar un soporte mecánico, se utilizaron pequeños fragmentos del propio hueso fracturado, contribuyendo de ésta manera a la formación de un gran callo óseo en bovinos un siendo un efecto deseable (St-Jean, 1996).

La ganancia en estabilidad de la fractura proporcionada por el callo está relacionada exponencialmente con la distancia del callo desde el centro de rotación o flexión (Adams y Fessler, 1983).

Los animales jóvenes con un periostio activo y fracturas metafisarias con abundancia de hueso esponjoso como fue en este caso, curan rápidamente (Johnson y col., 2005). Los terneros tienen un periostio grueso activo y remodelación ósea rápida y normalmente permite que las fracturas se curen más rápidamente que en los adultos. Se ha especulado que el suministro de sangre al hueso a través del periostio puede ser del 35% en neonatos. (St-jean y col., 1992a).

Los clavos intramedulares fueron colocados para pasar lo suficiente hacia el fragmento distal, sin embargo, no tan lejos como para penetrar en el cartílago del codo e interferir con la movilidad de las articulaciones (Kent, 1981; Fubini y Ducharme, 2005), en este caso se produjo un error en el cual uno de los clavos quedo en contacto con la articulación del codo, provocando anquilosis y dolor, llevando a una inmovilización del miembro (Fubini y Ducharme, 2005) Se cree que la combinación de la colocación de clavos intramedulares, cerclaje con alambre, y la fijación externa es un tratamiento viable y práctico para fracturas en espiral o conminutas en huesos largos de terneros neonatos (St- Jean y col., 1992; Fubini y Ducharme, 2005). La configuración que se le realizo a la ternera llamada "tie in" con dos de los clavos intramedulares colocados fue lo que se mantuvo firme y en el lugar favoreciendo la formación del callo óseo (Johnson y col., 2005). Los otros dos clavos intramedulares que no quedaron en esta configuración al ser un hueso inmaduro, los clavos tuvieron movimiento y migraron (Nuss, 2014).

La corteza delgada no permitió que los clavos se asentaran firmemente en el hueso, permitiendo de este modo el aflojamiento de los mismos (Kent, 1981).

La ligera desviación en varo observado en la extremidad posterior derecha 8 semanas después de la cirugía fue muy probablemente atribuible a la carga excesiva de peso en esa extremidad. La anquilosis y dolor del codo por la migración de los clavos intramedulares llevo a no poder apoyar el miembro afectado y manteniéndolo siempre en flexión con la consecuente retracción de tendones (St-Jean y col., 1992, Steiner, 2004).

La infección puede ser un problema con clavos intramedulares cuando se utiliza la técnica retrógrada y los clavos penetran la piel intacta y a continuación son conducidos en la cavidad medular (Kent, 1981).

Otro punto que se presta a discusión es el momento en que deben ser retirados los sistemas de fijación. Aquí tampoco hay una indicación estricta y debe planificarse en cada fractura. Esto adquiere una especial importancia en animales jóvenes porque pueden producirse problemas causados por la presencia del implante durante el período de crecimiento del animal. Cuanto más tiempo se mantenga el implante, más probable es que se produzca algún problema. Por ello hay que retirar los implantes cuando su presencia no sea esencial para la estabilidad y función del hueso (Wheeler y col., 2002).

Se entiende que uno de los problemas más críticos entre los trastornos quirúrgicos en los terneros son las fracturas asociadas con otros trastornos traumáticos formados durante los procesos obstétricos. La etiología de éstos está contenida por métodos empíricos por los propietarios y manipulaciones inadecuadas de los veterinarios sin preocuparse de criterios biomecánicos durante fuerza de extracción. Se sugiere que los veterinarios deben utilizar técnicas adecuadas y evitar propietarios de animales interfieren al menos que sea necesario y no intentar tratar las fracturas por métodos empíricos para reducir las pérdidas económicas (Aksoy y col., 2009). Los cuidados posoperatorios fueron fundamentales para mantener a la ternera de pie y poder alimentarse, con un trabajo diario y rutinario; tanto para alimentarla como para sus cuidados (fisioterapia y medicación) (St-Jean, 1996; Johnson y col., 2005; Johnson, 2009). Luego de su vuelta al establecimiento debió seguirse con los cuidados, indicando al propietario los manejos a seguir, teniendo en cuenta que la ternera no se lograba incorporar por sus propios medios.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir que el método de resolución de fractura metacarpiana fue realizado con éxito y sin complicaciones utilizando vendaje de Robert-Jones modificado que fue sencillo de realizar, económico y accesible.

En la fractura de húmero la aplicación de una combinación de policlavos (clavos intramedulares de Steinmann) con fijadores externos (clavos de transfixión unidos a barras conectoras) y la configuración "tie in" brindó una buena estabilidad de la fractura con una gran formación de callo óseo.

Hubo un error en la colocación de uno de los clavos intramedulares sobrepasando la articulación del codo, sumado a que era una ternera joven; favoreciéndose la migración de los dos clavos que se encontraban libres en la cavidad medular provocando una anquilosis de la articulación radio-cubito-humeral.

Igualmente podemos inferir que la configuración utilizada en este tipo de fractura y hueso da buenos resultados en la consolidación de la fractura.

El resultado final no solo depende de la técnica utilizada y la experiencia del cirujano sino que también son importantes los cuidados postoperatorios. La toma de decisión se realiza no solo teniendo en cuenta el valor económico del animal, sino que también considerando el valor afectivo de animales mascota.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Adams S.B., (1985) The role of external fixation and emergency fracture management in bovine orthopedics. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 1:109.
- 2) Adams S.B., Fessler J.F., (1983) Treatment of radial-ulnar and tibial fractures in cattle. Using a modified Thomas Splint-cast combination. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 183: 430-433.
- 3) Aithal H.P., Kinjavdekar P., Amarpal, Pawde A.M., Singh G.R., Seita H., (2010) Management of tibial fractures using a circular external fixator in two claves. *Veterinary Surgery*, 5(39): 621-626.
- 4) Aksoy O., Özaydin I., Kiliç E., Öztürk S., Güngör E., Kurt B., Oral H., (2009) Evaluation of Fractures in Calves due to Forced Extraction during Dystocia: 27 Cases (2003-2008). XI st National Congress of Veterinary Surgery (25-28 July 2008, Kuşadası - Aydın, TURKEY, Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas, 15 (3): 339-344.
- 5) Ames N.K., Belknap E., DeCamp C., (1995) Use of a fracture distractor in two cattle *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 207 (4):478.
- 6) Anderson D. E., St.-Jean G., (2008) Management of Fractures in Field Settings. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 24: 567-582.
- 7) Ascaso F.S.R., (2012) Nuevos desarrollos de la inmovilización interna de las fracturas. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/biblioteca/resumenes/93.htm>. Fecha de consulta: 5/02/2014.
- 8) Auer J., Steiner A., Iselin U., Lischer C., (1993) Internal fixation of long bone fractures in farm animals. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*; 6:36-41.
- 9) Baird A.N., Adams S.B., (2014) Use of the Thomas Splint and Cast Combination, Walker Splint, and Spica Bandage with an Over the Shoulder Splint for the Treatment of Fractures of the Upper Limbs in Cattle. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 30(1): 77-90.
- 10) Benitez B., Numa N.J., Calderón H.A., (1985) Tratamiento de fracturas. Disponible en: <http://corpomail.corpoica.org.co/bacdigital/contenidos/catalogo.asp?CA=14855>. Fecha de consulta: 15/11/2013.
- 11) Benavides O.J., (2010) Clasificación de fracturas. Disponible en: <http://www.slideshare.net/OSCARBENAV/clasificacion-de-fracturas>. Fecha de consulta: 17/10/2013.
- 12) Brinker, Piermattei, Flo's, (2006) *Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. 4ª ed. St. Louis, Elsevier, 835 p.
- 13) Clerc P.K., Saldivia C.M., Tirado M.A., Avilán M., Cova F., Cabeza T., (2005) Secuestro Óseo en el Metatarso Derecho de un Toro Raza Carora. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 46 (1): 27-32. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-)

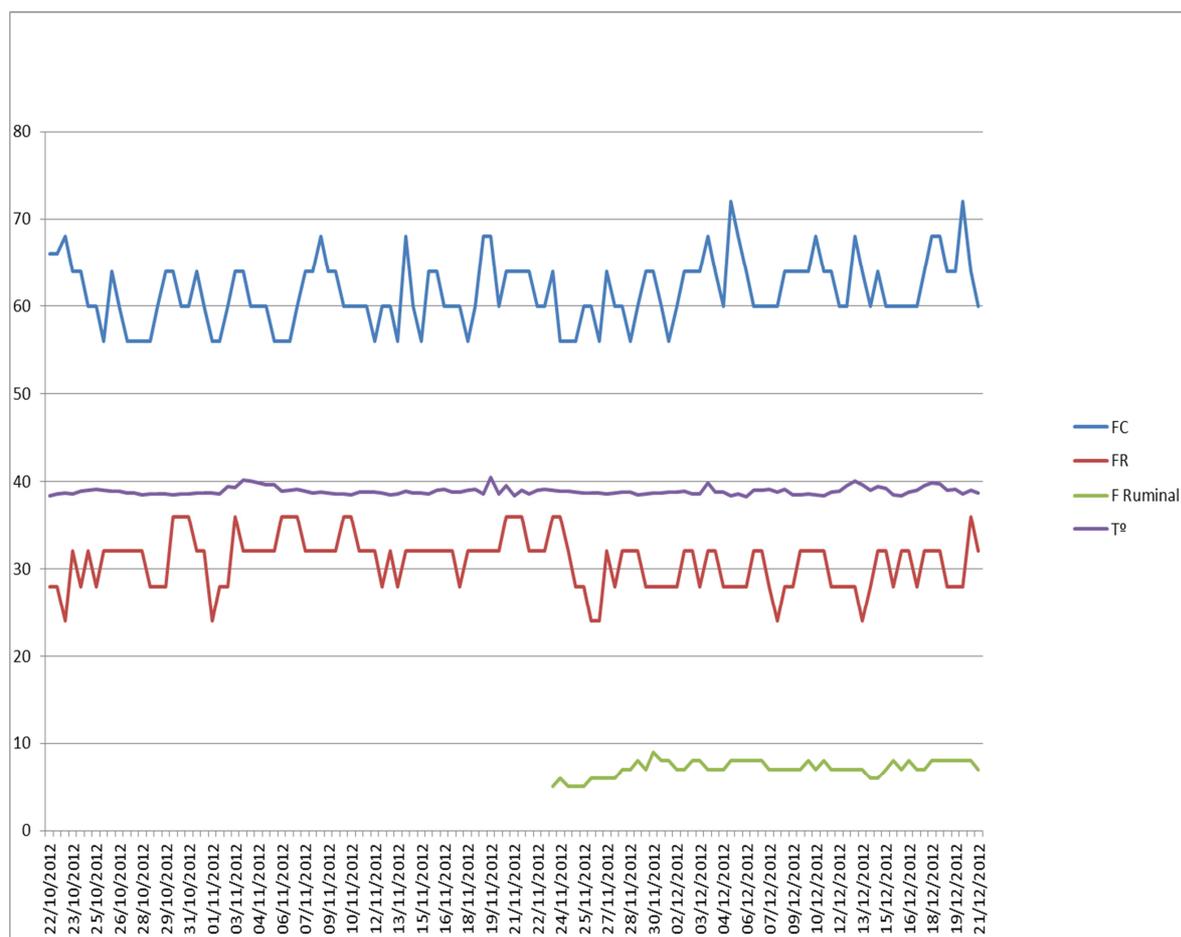
- 65762005000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Fecha de consulta: 21/12/2013.
- 14) Coates J., (1982) Some orthopedic procedures in the young bovine. *Canadian Veterinary Journal*, 23(6): 205-206.
  - 15) Denny H. R., Sridhar B., Weaver B.M.Q., Waterman A., (1988) The management of bovine fractures: A review of 59 cases. *Veterinary Record*, 123(11): 289-295.
  - 16) Dyce K.M, Sack W.O, Wensing C.J.G., (1999) *Anatomía Veterinaria*. 2a Ed. México Mc graw-Hill interamericana. En: 10-12.
  - 17) Ferguson J. (1985) Special considerations in bovine orthopedics and lameness. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 1:131-138.
  - 18) Fubini S.L., Ducharme N.G., (2005) *Cirugía del Sistema Musculo-esquelético Bovino*. En: Fubini S.L., Ducharme N.G. *Cirugía en Animales de Granja*, Bs. As. Intermédica p. 297-338.
  - 19) Gamper S., Steiner A., Nuss K., Ohlerth S., Fürst A., Ferguson J.G., Auer J.A., Lischer CH., (2006) Clinical evaluation of the CRIF 4.5/5.5 sistem for long-bone fracture repair in cattle. *Veterinary Surgery*, 35(4): 361-368.
  - 20) García M.C., Ortega T.D., (2005) Elementos de osteosíntesis de uso habitual en fracturas del esqueleto apendicular: Evaluación Radiológica, *Revista Chilena de Radiología*, 11 (2): 58-70. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071793082005000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071793082005000200005&script=sci_arttext). Fecha de consulta: 12/10/2013.
  - 21) Gloobe H., (1989) Miembro Torácico. En: *Anatomía Aplicada del Bovino*. San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, p 23-56.
  - 22) Hickman J., (1957) The treatment of fractures in farm animals. *Veterinary Record*, 69:1227-1236.
  - 23) Johnson A.L., (2009) *Fundamentos de Cirugía Ortopédica y Manejo de las Fracturas*. Cirugía en Pequeños Animales, 3a Ed. Barcelona. Elsevier, 1610 p.
  - 24) Johnson A.L, Houlton J., Vannini R., (2005) *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. New York. AO Publishing.
  - 25) Kent A.N., (1981) Comparison of methods for femoral fracture repair in young calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 179(5): 458-459.
  - 26) Kirpensteijn J., St-Jean G., Roush J., DeBowes R., Gaughan E., (1992) Holding power of orthopaedic screws in metacarpal and metatarsal bones of young calves. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 5:100-103.
  - 27) Kirpensteijn J., Roush J., St-Jean G., DeBowes R., Gaughan E., (1993) Holding power of orthopaedic screws in femora of young calves. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 6:16-20.
  - 28) Kostlin R.G., Nuss K., Elma E., (1990) Metacarpal and metatarsal fractures in cattle. *Treatment and results Tierarztl Prax*; 18(2); 131 -144.
  - 29) Kumar R., Prasad B., Kohli N.R., (1980) Singh J., Repair of femoral and humerus fractures in adult cattle. *Modern Veterinary Practice*, 61(6): 535-537.

- 30) Kumar V.R., Singh G., (1976) Use of Kuntscher nail in spiral fracture in humerus in a buffalo heifer. A case report. *Indian Veterinary Journal*, 53: 64-65.
- 31) Lundvall R., (1960) Fractures of the long bones. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 137(5): 308-312.
- 32) Mulon P., Desrochers A., (2014) Indications and Limitations of Splints and Casts. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 30(1): 55-76.
- 33) Nuss K., (2014) Plates, Pins, and Interlocking Nails. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 30(1): 91-126.
- 34) Nuss K., Spiess A., Feist M., Köstlin R., (2011) Treatment of long bone fractures in 125 newborn calves. A retrospective study. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G, Grosstiere Nutztiere*; 39(1): 15-26.
- 35) Piermattei D.L. y Johnson K.A., (2004) *Atlas de Abordajes Quirúrgicos de los Huesos y Articulaciones del Perro y del Gato*. 4ª ed. Barcelona, Elsevier, p163-166.
- 36) Pistani J. R., (2012) Avances en el desarrollo de los fijadores externos en ortopedia y traumatología. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/biblioteca/resumenes/100.htm> Fecha de consulta: 13/03/2014.
- 37) Rakestraw P.C., Nixon A.J., Kaderly R.E., Ducharme N.G., (1991) Cranial Approach to the Humerus for Repair of Fractures in Horses and Cattle *Veterinary Surgery*, 20 (1): 1-8.
- 38) Rodríguez C.E., (2009) *Manejo de Tejidos Duros, presentación teórica Departamento Técnicas quirúrgicas UdelaR*, Montevideo.
- 39) Slatter D., (2006) *Tratado de Cirugía en Pequeños Animales*. 3ª ed. Bs. As. Intermedica: 3156-3157.
- 40) Sod G.A., (2010) *Diseases and Surgery of the Upper Limb*. En: *Diseases of farm animals presentación power point*.
- 41) Steiner A., (2004) A review of long bone fracture repairs in cattle. 12th *ESVOT Congress, Munich*: 191-192.
- 42) Steiner A., Iselin U., Auer J., Lischer C., (1993a) Shaft fractures of the metacarpus and metatarsus in cattle. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*; 6; 138-145.
- 43) Steiner A., Iselin U., Auer J., Lischer C., (1993b) Physeal fractures of the metacarpus and metatarsus in cattle. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*; 6: 131-137.
- 44) St-Jean G., (1996) *The Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, 12 (1): 303p.
- 45) St-Jean G., Clem M.F., DE Bowes R.M., (1991) Transfixation pinning and casting of tibial fractures in calves: five cases (1985-1989). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 198 (1): 139-143.
- 46) St-Jean G., DeBowes R.M., Hull B.L., Constable P.D., (1992a) Intramedullary pinning of femoral diaphyseal fractures in neonatal calves: 12 cases(1980-1990). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200 (9): 1372-1376.
- 47) St-Jean G., DeBowes R.M., Rashmir A.M., Engelken T.J., (1992b) Repair proximal diaphyseal femoral fracture in a calf, using intramedullary pinning, cerclage wiring, and external fixation. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200 (11): 1701-1703.

- 48) Téllez Reyes, (1998) Reducción de fracturas en animales silvestres e indómitos. (8): 153-185. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol8/CVv8c5.pdf>  
Fecha de consulta: 15/11/2013.
- 49) Tulleners E.P., (1986) Metacarpal and Metatarsal fractures in dairy cattle: 33 cases (1979-1985). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 189 (4): 463-468.
- 50) Vachon A., DeBowes R.M., (1987) Internal fixation of a proximal metatarsal fracture in a calf. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 191 (11): 1465-1467.
- 51) Verhaar W., (1965) The operative treatment of fractures in large domestic animals: with summary. Utrecht : Schotanus & Jens: p. 195.
- 52) Wheeler J.T., Adagio L., D'Amico G., Hierro J., Hagge M., Lattanzi D., Schieda F., Sanfilippo S., (2002) Fracturas de los Huesos Largos en Caninos Inmaduros. *Cátedra de clínica de Pequeños Animales, Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLPam*: 57-67. Disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/n04a09wheeler.pdf>  
Fecha de consulta: 15/07/2013.
- 53) Wheeler J.T., Adagio L., D'Amico G., Hierro J., Lattanzi L., Mengelle P., Luján O., Flores P., Arguello C., Grisolia M., Otegui F., Cocco R., Bertone P., (2004) Importancia de la osteosíntesis biológica en el tratamiento de las fracturas del esqueleto apendicular del perro. *Cátedra de clínica de Pequeños Animales, Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLPam*, 6 (1): 50-60. Disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/n06a06wheeler.pdf>  
Fecha de consulta: 9/05/2013.
- 54) Winstanley E.W., (1973) Fractures of the fore-leg caused by traction at calving. *Irish Veterinary Journal*, 27: 218-221.

## ANEXOS

## Anexo 1.



FC: Frecuencia Cardiaca latido/minuto. FR: Frecuencia Respiratoria movimiento/minuto. F Ruminal: Frecuencia Ruminal movimiento/minuto.  
T°: Temperatura °C.

## Anexo 2.

FECHA	PARÁMETROS				TRATAMIENTOS
	FC	FR	F Ruminal	Tº	
22/10/2012	66	28		38.4	Ingreso ternera
22/10/2012	66	28		38.6	Flunixin de meglumine y recambio vendaje
23/10/2012	68	24		38.7	Flunixin de meglumine, hemograma completo
23/10/2012	64	32		38.6	Flunixin de meglumine, Radiografía
24/10/2012	64	28		38.9	
24/10/2012	60	32		39	
25/10/2012	60	28		39.1	
25/10/2012	56	32		39	
26/10/2012	64	32		38.9	
26/10/2012	60	32		38.9	
27/10/2012	56	32		38.7	
27/10/2012	56	32		38.7	
28/10/2012	56	32		38.5	
28/10/2012	56	28		38.6	
29/10/2012	60	28		38.6	
29/10/2012	64	28		38.6	
30/10/2012	64	36		38.5	
30/10/2012	60	36		38.6	1ª cirugía y colocación de yeso
31/10/2012	60	36		38.6	Retiro de yeso y colocación vendaje R-J Mod.
31/10/2012	64	32		38.7	Repen y Flunixin de meglumine
01/11/2012	60	32		38.7	Repen
01/11/2012	56	24		38.7	Repen y Flunixin de meglumine
02/11/2012	56	28		38.6	Repen
02/11/2012	60	28		39.4	Repen y Flunixin de meglumine
03/11/2012	64	36		39.3	Repen
03/11/2012	64	32		40.2	Repen y 2cc de Dipirona
04/11/2012	60	32		40.1	Repen
04/11/2012	60	32		39.9	Repen
05/11/2012	60	32		39.7	Repen
05/11/2012	56	32		39.7	Repen
06/11/2012	56	36		38.9	Repen
06/11/2012	56	36		39	2ª cirugía
07/11/2012	60	36		39.1	Repen y Flunixin de meglumine
07/11/2012	64	32		38.9	Repen
08/11/2012	64	32		38.7	Repen y Flunixin de meglumine
08/11/2012	68	32		38.8	Repen
09/11/2012	64	32		38.7	Repen y Flunixin de meglumine
09/11/2012	64	32		38.6	Repen
10/11/2012	60	36		38.6	Repen
10/11/2012	60	36		38.5	Repen
11/11/2012	60	32		38.8	Repen

11/11/2012	60	32		38.8	Repen
12/11/2012	56	32		38.8	Repen
12/11/2012	60	28		38.7	Repen
13/11/2012	60	32		38.5	Repen
13/11/2012	56	28		38.6	Repen
14/11/2012	68	32		38.9	
14/11/2012	60	32		38.7	
15/11/2012	56	32		38.7	
15/11/2012	64	32		38.6	
16/11/2012	64	32		39	
16/11/2012	60	32		39.1	
17/11/2012	60	32		38.8	
17/11/2012	60	28		38.8	
18/11/2012	56	32		39	
18/11/2012	60	32		39.1	
19/11/2012	68	32		38.6	
19/11/2012	68	32		40.5	
20/11/2012	60	32		38.6	
20/11/2012	64	36		39.5	
21/11/2012	64	36		38.4	
21/11/2012	64	36		39	
22/11/2012	64	32		38.6	
22/11/2012	60	32		39	
23/11/2012	60	32		39.1	Retiro parte de FEE y un clavo IM
23/11/2012	64	36	5	39	Colocación de vendaje R-J Mod. Nuevo
24/11/2012	56	36	6	38.9	
24/11/2012	56	32	5	38.9	
25/11/2012	56	28	5	38.8	
25/11/2012	60	28	5	38.7	
26/11/2012	60	24	6	38.7	
26/11/2012	56	24	6	38.7	
27/11/2012	64	32	6	38.6	
27/11/2012	60	28	6	38.7	
28/11/2012	60	32	7	38.8	Retiro de R-J mod. y colocación de Veltrap®
28/11/2012	56	32	7	38.8	
29/11/2012	60	32	8	38.5	
29/11/2012	64	28	7	38.6	
30/11/2012	64	28	9	38.7	
30/11/2012	60	28	8	38.7	
01/12/2012	56	28	8	38.8	
02/12/2012	60	28	7	38.8	
02/12/2012	64	32	7	38.9	
02/12/2012	64	32	8	38.6	
03/12/2012	64	28	8	38.6	

03/12/2012	68	32	7	39.9	Repen, 2cc Dipirona, 2cc Doramectina
04/12/2012	64	32	7	38.8	
04/12/2012	60	28	7	38.8	
05/12/2012	72	28	8	38.4	
05/12/2012	68	28	8	38.6	
06/12/2012	64	28	8	38.3	
06/12/2012	60	32	8	39	
07/12/2012	60	32	8	39	
07/12/2012	60	28	7	39.1	
08/12/2012	60	24	7	38.8	
08/12/2012	64	28	7	39.1	
09/12/2012	64	28	7	38.5	
09/12/2012	64	32	7	38.5	
10/12/2012	64	32	8	38.6	
10/12/2012	68	32	7	38.5	
11/12/2012	64	32	8	38.4	
11/12/2012	64	28	7	38.8	
12/12/2012	60	28	7	38.9	Retiro resto de FEE y 2 clavos IM
12/12/2012	60	28	7	39.5	7cc Enrofloxacin 5% y Dipirona
13/12/2012	68	28	7	40.1	7cc Enrofloxacin 5%
13/12/2012	64	24	7	39.7	7cc Enrofloxacin 5%
14/12/2012	60	28	6	39	7cc Enrofloxacin 5%
14/12/2012	64	32	6	39.4	7cc Enrofloxacin 5%
15/12/2012	60	32	7	39.2	7cc Enrofloxacin 5%
15/12/2012	60	28	8	38.5	
16/12/2012	60	32	7	38.4	
16/12/2012	60	32	8	38.8	
17/12/2012	60	28	7	39	
17/12/2012	64	32	7	39.5	
18/12/2012	68	32	8	39.9	7cc Enrofloxacin 5%
18/12/2012	68	32	8	39.8	7cc Enrofloxacin 5%
19/12/2012	64	28	8	39	7cc Enrofloxacin 5%
19/12/2012	64	28	8	39.1	7cc Enrofloxacin 5%
20/12/2012	72	28	8	38.6	7cc Enrofloxacin 5%, tenotomía de los flexores
20/12/2012	64	36	8	39	7 cc Enrofloxacin, 3cc Dipirona
21/12/2012	60	32	7	38.7	Volvió a su casa

FC: Frecuencia Cardíaca latido/minuto. FR: Frecuencia Respiratoria movimiento/minuto. F Ruminal: Frecuencia Ruminal movimiento/minuto. T°: Temperatura °C. R-J Mod.: Vendaje Robert-Jones Modificado. FEE: Fijador Esquelético Externo. IM: Clavos Intramedular de Steinmann. Repen: Penicilina procainica con estreptomicina.