



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**

**RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE FRACTURA DE METACARPO EN TERNERA  
HEREFORD**

**Por**

**Fernando Martin BERASAIN SEGARRA**

TESIS DE GRADO presentada como  
uno de los requisitos para obtener el  
Título de Doctor en Ciencias  
Veterinarias.

Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: ESTUDIO DE CASO

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

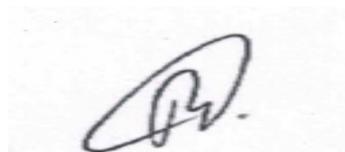
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



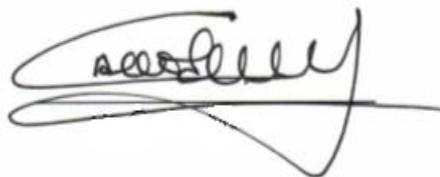
MSc. Dr. Fernando Fumagalli

Segundo miembro (Tutor):



PhD. Dr. Richard Möller

Tercer miembro:



Dr. Carlos Moron

Cuarto miembro (Co-tutor):



PhD. MSc. Dra. Elize Van Lier

Fecha:

06/07/2017

---

Autores:

---

Bach. Fernando Martin Berasain Segarra

## AGRADECIMIENTOS

A esta casa de estudios por todos estos años de formación académica y personal.

A mis padres por el apoyo invaluable durante todos estos años de formación.

A mi tutor PhD. Dr. Richard Möller por su apoyo y dedicación constante.

A mi co-tutora PhD. MSc. Dra. Elize Van Lier por sus cuidados y preocupación con el paciente y dedicación a este trabajo.

Al Ing. Agr. Anthony Burton por su invaluable colaboración.

A todos los compañeros de Producción Animal 2014.

*"Y yo digo que la vida sí es tinieblas salvo cuando hay impulso,*

*Y que todo impulso es ciego salvo cuando hay conocimiento,*

*Y que todo conocimiento es vano salvo cuando hay trabajo,*

*Y que todo trabajo es vacío salvo cuando hay amor;*

*Y que cuando trabajas con amor te atas tú mismo a tí mismo, y a los otros, y a Dios."*

*"El Profeta" de Gibrán Khalil Gibrán.*

**TABLA DE CONTENIDO**

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN	8
SUMMARY	9
INTRODUCCIÓN	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
Distocia	12
Maniobras obstétricas	13
Mutación	13
Fetotomía	14
Episiotomía	15
Extracción forzada	15
Cesárea	17
Lesiones fetales asociadas al parto	17
Biología de las fracturas	18
Tipos de fracturas	20
Complicaciones de las Fracturas	21
Métodos de osteosíntesis	23
Fijación esquelética externa con clavos steinmann	24
Fijación esquelética externa con férula	27
Retracción de tendones	27
Métodos no invasivos para corregir la retracción de tendones	28
Métodos invasivos para corregir la retracción de tendones	29
Anatomía de la región metacarpo-falangiana	31
Osteología	31
Miología	34
Tendón del músculo interóseo	34
Tendón del músculo flexor digital superficial	34
Tendón del músculo flexor digital profundo	35
Tendón del músculo extensor digital común	36

Tendón del músculo extensor digital lateral	37
Articulaciones y ligamentos	38
Irrigación e inervación	40
Arterias y venas	40
Nervios	42
OBJETIVOS	44
Objetivo general	44
Objetivos específicos	44
MATERIALES Y MÉTODOS	45
Descripción del Caso Clínico	45
Anamnesis	46
Examen clínico	46
Intervención quirúrgica – fijación externa	49
Manejo Postoperatorio	52
Intervención quirúrgica –	54
Materiales	54
Procedimientos quirúrgicos y evolución	54
Tratamiento postoperatorio	59
DISCUSIÓN	61
CONCLUSIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

**LISTA DE TABLAS Y FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> horquilla utilizada para rotación.....	14
<b>Figura 2:</b> trayecto del ternero en el canal de parto.....	16
<b>Figura 3:</b> clasificación de las fracturas de Salter-Harris en el extremo distal del húmero de un animal inmaduro..	21
<b>Figura 4:</b> aparato creado por Stader en 1937.....	24
<b>Figura 5:</b> aparato de kirschener-ehemer modificado. ....	26
<b>Figura 6:</b> modelo bilateral de fijador esquelético externo..	27
<b>Figura 7:</b> A, ternero con retracción de tendones previo al tratamiento. B, ternero 6 semanas después del tratamiento médico..	29
<b>Figura 8:</b> falanges proximal, media y distal separadas, vista dorsal. ....	31
<b>Figura 9:</b> vista lateral, dorsal y palmar de falanges y extremo distal de metacarpiano III y IV..	32
<b>Figura 10:</b> sección sagital del dedo medial de la extremidad torácica de bovino .....	33
<b>Figura 11:</b> perforación del tendón flexor digital profundo al superficial..	35
<b>Figura 12:</b> músculo flexor digital profundo, miembro derecho..	36
<b>Figura 13:</b> vista dorsal de la mano derecha bovina..	37
<b>Figura 14:</b> vista lateral de miembro torácico bovino.....	37
<b>Figura 15:</b> ligamentos y tendones del dedo bovino.....	39
<b>Figura 16:</b> principales arterias del miembro torácico del bovino, vista medial..	41
<b>Figura 17:</b> representación esquemática de la circulación arterial de la zona digital del bovino.....	42
<b>Figura 18:</b> distribución de los nervios radial, mediano y ulnar..	43
<b>Figura 19:</b> A, ternera al día 0 vista de frente. B, vista lateral. ....	45
<b>Figura 20:</b> posicionamiento radiográfico para evaluación de metacarpo.....	47
<b>Figura 21:</b> RX región metacarpo-falangiana Miembro Anterior Derecho. ....	48
<b>Figura 22:</b> región metacarpiana con clavos percutáneos. ....	50
<b>Figura 23:</b> incisión de la fascia y de las aponeurosis, tercio distal del antebrazo. ....	50
<b>Figura 24:</b> posicionamiento del paciente para RX. ....	51
<b>Figura 25:</b> Rx día 0 luego de la intervención y fijación esquelética externa.....	51
<b>Figura 26:</b> retirada del clavo de la falange proximal. ....	52
<b>Figura 27:</b> miembro con férula y vendas elásticas.....	53
<b>Figura 28:</b> RX día 30, luego de la segunda fijación por clavos. ....	55

<b>Figura 29:</b> A, aspecto exterior del secuestro óseo (preoperatorio). B, posicionamiento para RX prequirúrgico (15/02/17). .....	56
<b>Figura 30:</b> A, preparación para operación del secuestro óseo. B, abordaje del secuestro óseo. C, espacio que ocupaba el secuestro óseo. D, secuestro óseo. ....	57
<b>Figura 31:</b> post operatorio inmediato, gasa con iodopovidona (mecha). ....	57
<b>Figura 32:</b> RX pre operatorio, se observa en el miembro torácico derecho el secuestro óseo ubicado lateralmente y el miembro izquierdo (sano). ....	58
<b>Figura 33:</b> RX post operatorio, se observa la ausencia del secuestro óseo. ....	58
<b>Figura 34:</b> A, día 13 del postoperatorio por secuestro óseo. B, aspecto de la herida al día 13 del postoperatorio. C, aspecto de la herida al día 23 del postoperatorio. D, aspecto de la herida al día 30 del postoperatorio. ....	59
<b>Figura 35:</b> paciente con ALTA MÉDICA. ....	60
<b>Figura 36:</b> paciente reintegrado al rodeo.. ....	60

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis describe el tratamiento y la evolución clínica de una ternera raza Hereford de 12 días de edad. Presentaba fractura metafisaria distal del metacarpo derecho Salter-Harris tipo 1 como consecuencia de la extracción forzada durante parto distócico. Asimismo presentaba retracción de los tendones flexores en ambos miembros anteriores como consecuencia de la postración. El tratamiento instaurado fue fijación esquelética externa con la colocación de cuatro clavos Steinmann transcorticales en el metacarpo y uno en la falange proximal, además de la resolución quirúrgica de la deformación flexural. Al cabo de 15 días se retiraron los clavos y se estabilizó con férula durante una semana. No obstante, la retracción de los tendones flexores continuaba y se procedió a realizar la tenotomía del músculo interóseo para liberar la parte distal del metacarpo. La evolución de la fractura tuvo complicaciones por infección por lo que debió realizarse una limpieza quirúrgica y nueva fijación externa que se mantuvo durante 30 días. La deformación flexural se resolvió satisfactoriamente dándoles apoyo a los miembros luego de una nueva operación a nivel del músculo interóseo en el miembro derecho. A los 30 días de retirados los clavos se observó secreción purulenta a nivel del cóndilo lateral del metacarpo debido a un secuestro óseo; el cual se retiró mediante una nueva intervención quirúrgica. Pasados 30 días se observó la curación completa y se dio el alta médica. Se necesitaron 6 meses de cuidados veterinarios y 4 intervenciones quirúrgicas para lograr que la ternera pudiera caminar normalmente lo que concuerda con varios autores. Este tipo de tratamiento no es rentable en una empresa agropecuaria de ganado general pero es un buen antecedente para los casos de animales de alto valor genético. Se concluye que se cumplió con los objetivos planteados mejorando el bienestar y la calidad de vida del paciente además de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera de veterinaria.

## **SUMMARY**

The present thesis describes the treatment and clinical evolution of a 12 days old Hereford calf. It had a distal metaphyseal Salter Harris type 1 fracture of the right metacarpus, because of forced extraction during dystocic birth. The calf also had retraction of the flexor tendons in both anterior limbs because of prostration. The calf was treated with external skeletal fixation with the placement of four transcortical Steinmann nails in the metacarpus and one in the proximal phalanx, in addition to surgical resolution of flexural deformation. After 15 days, the nails were removed and stabilized with a splint for one week. However, retraction of the flexor tendons continued and a tenotomy of the interosseous muscle was performed to release the distal part of the metacarpus. The evolution of the fracture was complicated by an infection, which warranted a surgical cleaning, and a new external fixation had to be performed, which was maintained for 30 days. The flexural deformation was satisfactorily resolved by giving support to the limbs after a new operation at the level of the interosseous muscle in the right limb. At 30 days of removal of the nails, purulent secretion was observed at the level of the lateral condyle of the metacarpus due to bone sequestration. This was removed by means of a new surgical intervention. After 30 days, complete healing was observed and the calf was given medical discharge. It took six months of veterinary care and four surgical interventions to ensure that the calf could walk normally, which agrees with several authors. This type of treatment is not profitable under extensive farming conditions of cattle but it is a good precedent for treating cases of animals of high genetic value. In conclusion, the objectives were achieved, and the well being and the quality of life of the patient was improved besides having put the knowledge acquired during the veterinary study into practice.

## INTRODUCCIÓN

La distocia en lenguaje obstétrico se usa para designar el parto que no puede realizarse con las fuerzas de la madre, por lo que representa un riesgo vital no solo para la cría, sino que para la madre también. Por este motivo es sinónimo de parto artificial, o sea del parto que tiene lugar con intervención manual o instrumental (Arthur y col., 1991, Vatti, 1993). Se debe tener en cuenta que gran parte de las distocias se deben a factores que pueden ser controlados, como ocurre también con la esterilidad y el aborto, un correcto control de estos factores puede disminuir la incidencia de estas patologías, lo que se basa en aparear animales sanos que hayan alcanzado un desarrollo suficiente tanto anatómico como fisiológico, que tengan buenas calidades raciales, que hayan tenido un régimen nutricional bueno y que sean seleccionados respetando los caracteres raciales (Vatti, 1969). La especie bovina es la que con mayor frecuencia padece distocias, constituyéndose en uno de los factores que influye en el comportamiento tanto reproductivo como productivo de los sistemas (Arthur y col., 1991).

La primera decisión que se debe tomar frente a una distocia es qué maniobra obstétrica vamos a realizar. El principal propósito de estas es lograr el nacimiento de un feto viable y prevenir las lesiones a que está expuesta la madre y el feto (Benesch, 1965). Dentro de estas maniobras una de las más utilizadas a campo es la extracción forzada en la cual la fuerza aplicada debe ser convenientemente dirigida y dosificada, para no llegar a provocar daño a la madre ni a la cría (Grunert y Ebert, 1990). Lesiones fetales derivan de un manejo inapropiado al parto, por fuerzas excesivas al momento de la extracción forzada, pero no deben descartarse los posibles traumas espontáneos, entre esas lesiones, están las de columna vertebral, edema de cabeza y lengua, fractura mandibular, fracturas de miembros (Rutter, 2010).

Las fracturas usualmente observadas incluyen fracturas de metacarpo y metatarso con aproximadamente 50% de los casos, seguidos por fracturas de tibia (12%), radio y ulna (7%), húmero (<5%) (Reilly y col., 2005, Anderson y St. Jean, 2008). Las fracturas de miembros, se producen generalmente por una falla en la utilización de los elementos para llevar a cabo una extracción forzada, ya sean sogas o cadenas, o por un exceso en la fuerza utilizada para desarrollar esta técnica (Rutter, 2010).

Una fractura es la ruptura completa o incompleta en la continuidad del hueso o cartílago. La fractura es acompañada de diversos grados de lesión en los tejidos circundantes, incluyendo la irrigación sanguínea y la función comprometida del aparato locomotor (Piermattei y col., 2006). La elección del método de tratamiento depende del animal y su lesión específica, las esperanzas y los deseos del cliente, la experiencia y la perspectiva del veterinario teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada método y modalidad de reducción. Dentro de los métodos, la fijación esquelética externa se refiere a la estabilización de una lesión musculoesquelética, ya sea fracturas, luxaciones o rotura de tendones, por medio de la utilización de clavos de transfixión (o transcorticales) y una estructura externa que los conecta proporcionando estabilidad a la región. Las ventajas del fijador esquelético externo son múltiples e incluyen su facilidad de aplicación; 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; en un

proceso abierto se permite fácilmente acceso a la herida; es compatible su uso en conjunción con otros dispositivos de fijación interna (St. Jean, 1996, Johnson y col., 2005, Piermattei y col., 2006, Arias y col., 2011).

La curación de las fracturas por medio de fijación externa ocurre por consolidación indirecta, aquellas tratadas con un fijador externo rígido requieren mayor tiempo de curación, que las que son tratadas con un fijador que permite micro movimientos. El movimiento lineal axial es necesario para la consolidación, es necesario permitir a los fragmentos impactarse para rellenar la zona de absorción y permitir la consolidación (Lotti y Bonetto, 1994). Entre los métodos de fijación externa, el más difundido y utilizado en medicina veterinaria en todo el mundo es el método de Kirschner-Ehmer con sus modificaciones (Pistani, 1994).

El dolor como resultado de diversas patologías, ya sea heridas en tejidos blandos o infecciones en el miembro incluso fracturas, llevan a una sustracción del apoyo dando como consecuencia una deformación flexural (Stashak, 2004). En estos casos el tratamiento quirúrgico está indicado para las retracciones leves cuando no se observa respuesta a la terapia médica después de 10-14 días. La cirugía debe considerarse inmediatamente para el tratamiento de retracciones crónicas en las que la amplitud de movimiento está más reducida (Adams y Santschi, 2000).

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Distocia

Durante los eventos mecánicos y fisiológicos, que ocurren en el nacimiento de él o los fetos con la consecuente expulsión de las membranas fetales, si estos eventos suceden de forma espontánea y sin complicaciones tanto para la madre como para la cría, el parto se denominará eutócico. Al contrario, si el proceso se prolonga y evoluciona con dificultades, el parto pasa a ser distócico. (Roberts, 1986, Arthur y col., 1991).

Distocia significa etimológicamente parto difícil y en lenguaje obstétrico se usa para designar al parto que no puede realizarse con las fuerzas de la madre, por lo que representa un riesgo vital no solo para la cría, sino que para la madre también. Por este motivo es sinónimo de parto artificial, o sea del parto que tiene lugar con intervención manual o instrumental. La distocia es una de las posibles terminaciones de un ciclo reproductivo, y la especie bovina es la que con mayor frecuencia padece distocias, constituyéndose en uno de los factores que más influye en el comportamiento reproductivo y productivo (Arthur y col., 1991, Vatti, 1993). Lo que conlleva a una relevante importancia económica en los sistemas criadores, por las pérdidas directas que están constituidas por la muerte de terneros, los gastos de atención de los partos distócicos, la muerte de animales madres, el tratamiento de los trastornos puerperales consecuentes y la baja en la producción de leche. Como factor indirecto sobresaliente debe mencionarse la baja en la fertilidad que, como secuela de los partos distócicos, causan un daño económico importante (Smidt y col., 1977).

Se debe tener en cuenta que gran parte de las distocias se deben a factores que pueden ser controlados, como ocurre también con la esterilidad y el aborto, un correcto control de estos factores puede disminuir la incidencia de estas patologías, lo que se basa en aparear animales sanos que hayan alcanzado un desarrollo suficiente tanto anatómico como fisiológico, que tengan buenas calidades raciales, que hayan tenido un régimen nutricional bueno e higiénico y que sean seleccionados respetando los caracteres raciales (Vatti, 1969). Los factores que desencadenan la distocia son múltiples y difíciles de clasificarlos, existen distintos criterios según cada autor, pero primordialmente se los divide en maternos y fetales. En un estudio de la casuística sobre las causas de distocia en Uruguay, de Morelli y Muniz (2009) encontraron que, entre las causas de origen fetal, maternal y materno fetal, la principal fue la fetal en múltiparas (73%). En primíparas las causas fetales son (43%), a su vez tienen igual relevancia las de causa materno-fetal (42%). Con respecto a la incidencia de distocia en estudios realizados en nuestro país en razas lecheras, De León y Pirez (2012) encontraron 28% en primíparas, y 12% en múltiparas. Blanc y col. (1998) citan, 20,6% de distocias en primíparas y 12% en múltiparas. Para rodeos de carne, en la región, sólo considerando las vaquillonas con entore precoz, estos porcentajes son de 22,2% (García y col., 1999) llegando a un 32,5% (Zapiolo y col., 2003).

### *Maniobras obstétricas*

La primera decisión que se debe tomar es que maniobra obstétrica se va a realizar: mutación, extracción forzada, fetotomía o cesárea. El principal propósito de estas es lograr el nacimiento de un feto viable y prevenir las lesiones a que está expuesta la madre y el feto (Benesch, 1965). En explotaciones extensivas es poco frecuente las intervenciones obstétricas, además en estas condiciones por medio de la selección natural que en la naturaleza se realiza sin misericordia, los factores genéticos que provocan distocia son rápidamente eliminados por la muerte de madre y/o cría en general al momento del primer parto (Ebert, 1990). Ya en explotaciones más intensivas los problemas que desencadenan la distocia son otros, entre ellos se pueden nombrar.

El cruzamiento interracial, frecuentemente entre *Bos Taurus* y *Bos indicus*, lo cual el tamaño del feto y su conformación pueden llegar a discrepar de las condiciones del conducto obstétrico materno. El uso prematuro de vaquillonas, que no poseen el desarrollo corporal suficiente para llegar a buen término de gestación, lleva a una discrepancia entre el desarrollo fetal y materno (Ebert, 1990). El uso de reproductores por miedo de inseminación artificial con buenas características reproductivas, pero no así con relación a la facilidad de parto, ya sea por engendrar terneros más grandes, más pesados o de una conformación inadecuada con respecto a la anatomía de la vaca receptora del semen es otro factor que puede desencadenar distocias (Ebert, 1990).

Una alteración en la alimentación, tanto cualitativamente como cuantitativamente puede afectar tanto al feto como a su madre. La sobrealimentación de la madre lleva al engrasamiento del conducto obstétrico, lo que produce una dificultad al momento del parto en la expulsión del feto, a su vez este va ser de mayor tamaño, la subalimentación especialmente en etapas de crecimiento de la madre, lleva a un menor desarrollo corporal. Las carencias específicas de nutrientes, pueden provocar trastornos metabólicos ya sea pre, durante o post parto, lo que predispone a distocias (Ebert, 1990).

### *Mutación*

Este término comprende las maniobras que se realizan con el fin de corregir la presentación, posición y/o postura anómalas del feto con relación a la madre. Todas estas maniobras se realizan dentro de la cavidad uterina y con buena lubricación, en el caso de que los pujos y contracciones uterinas sean muy fuertes se podría eliminarlos mediante anestesia epidural o relajantes (Grunert y Ebert, 1990) Dependiendo de las distintas situaciones en que este posicionado el feto dentro del útero, será la maniobra o mutación realizada para corregirlo, por lo tanto, son variadas y generalmente preceden a la extracción forzada, estas consisten básicamente en:

- **Repulsión:** esta maniobra consiste en empujar el feto hacia la cavidad abdominal, para crear un espacio suficiente como para corregir actitudes anómalas del feto y sus extremidades, se recomienda que se haga con la vaca de pie y si es posible bajo anestesia epidural baja (Grunert y Ebert, 1990) La repulsión excesiva es peligrosa, especialmente cuando la distocia ya lleva bastante tiempo de transcurrida, porque la pared uterina está

fuertemente contraída alrededor del feto y se corre el riesgo del que el útero se rompa (Roberts, 1979).

- Rotación: esta intervención consiste en la rotación del feto en su eje antero posterior, en el caso de posiciones anómalas, ya sean laterales o dorso-pubiana, para llevarlo a adoptar la posición dorso-sacra (Roberts, 1979). La rotación se puede realizar por varios métodos, como ser provocando los movimientos reflejos del feto, rotación manual, por rotación mediante horquilla de Caemmerer (figura 1).
- Versión: se denomina así a la rotación que se realiza cuando la presentación es transversal o vertical, y tiene como fin posicionar al feto en forma longitudinal anterior o posterior, mediante la propulsión del extremo caudal o craneal del feto y tracción sobre el otro extremo (Grunert y Ebert, 1990)



Horquilla de Caemmerer

**Figura 1:** Horquilla utilizada para rotación. Fuente: Jakobsen, 2004.

### Fetotomía

Se designa fetotomía a la amputación total o parcial de ciertas partes del feto dentro de la cavidad uterina, con la posterior extracción de los trozos por vía natural (Grunert y Ebert, 1990). Tiene como objetivo reducir el tamaño fetal facilitando la extracción vaginal, evitando al mismo tiempo los problemas asociados con una tracción excesiva (Frazer y Perkins, 1995). Esta operación ha perdido terreno frente a la cesárea en los últimos años, no obstante, mantiene inalterada su relevancia e indicación en los casos de distocia en que el feto está muerto, especialmente en los casos en que, con unos pocos cortes, se puede resolver la distocia, sin necesidad de llegar a una cesárea. Está en nosotros decidir cuál es la técnica más adecuada para el animal y para la economía del propietario (Grunert y Ebert, 1990), teniendo siempre en cuenta que el principal propósito de los cortes es reducir el tamaño fetal para poder extraerlo por la vía natural (Roberts, 1979). Existen diferentes técnicas que están indicadas en todos los casos en que el feto está muerto y la madre no presenta ninguna lesión a nivel del canal obstétrico ni compromiso general, a su vez está contraindicada en el caso de que el conducto sea tan estrecho que impida la correcta realización de la maniobra (Grunert y Ebert, 1990). La fetotomía es compleja de realizar en caso de vaquillonas o vacas chicas por el reducido tamaño que se dispone para manipular el fetótomo dentro del canal de parto (Walker y

Vaughan, 1986). Se recomienda realizar la fetotomía con el animal en decúbito izquierdo y bajo anestesia epidural, el despedazamiento del feto debe realizarse con el mínimo de cortes y en el menor tiempo posible, por ello se debe tener una metodología programada, para que la intervención sea exitosa. Los fetótomos más difundidos son los de tubo como es el modelo Thygesen modificado por Gotze (Grunert y Ebert, 1990).

### *Episiotomía*

Esta técnica que consiste en la dilatación quirúrgica de la vulva, esta únicamente indicada cuando el único obstáculo que impide el parto normal radica a este nivel. Ya sea por estrechez, deficiente dilatación, vulva juvenil o hipoplásica. La episiotomía se basa en la realización de dos cortes de preferencia con tijera recta en dirección latero dorsal (Grunert y Ebert, 1990). Es una medida preventiva diseñada para evitar o reducir al mínimo el desgarre incontrolable de la vulva y del perineo. A pesar de ser una técnica muy útil no debe llevarse a cabo antes que la vulva y los tejidos circunvecinos hayan obtenido su máxima relajación (Vatti, 1993). Luego de la extracción del feto se debe suturar primero la región vestibular y luego piel, teniendo las debidas precauciones para evitar una posterior complicación como puede ser una neumovagina (Grunert y Ebert, 1990).

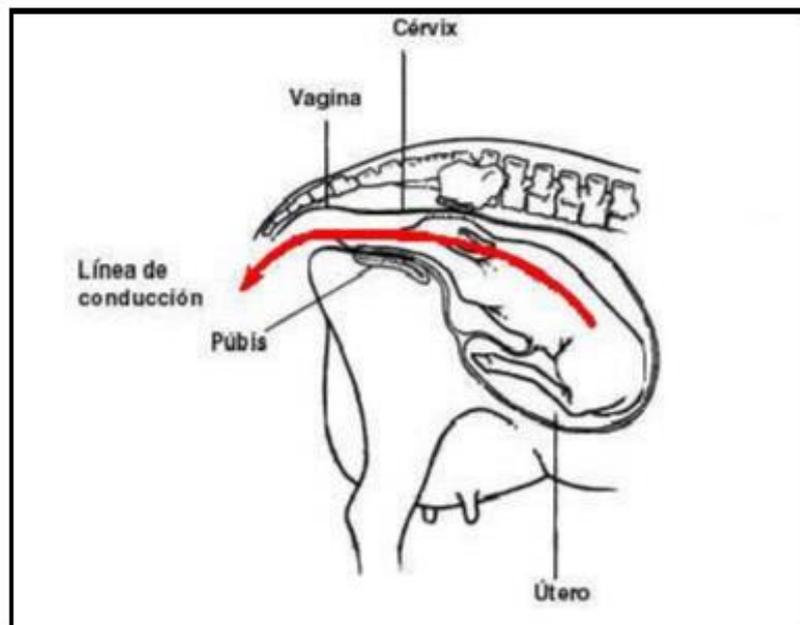
### *Extracción forzada*

Roberts (1979) lo define como el acto de retirar al feto de la madre a través del canal blando mediante el empleo de fuerza o tracción exterior. Grunert y Ebert (1990) a su vez agregan que la fuerza aplicada debe ser convenientemente dirigida y dosificada, para no llegar a provocar daño a la madre ni a la cría. Esta técnica está indicada cuando la distocia se presenta con un feto vivo, en presentación anterior o posterior y el mismo se encuentra con actitud y posición normal, o previamente fueron corregidos por mutación (Grunert y Ebert, 1990). También está indicada sobre todo en el caso de primíparas con canal obstétrico pequeño, o que este estuviese comprimido por tumores o tejido adiposo, cuando el feto, en presentación longitudinal y actitudes normales, no puede ser extraído por la fuerza de las contracciones y es de un tamaño normal en relación a su madre (Benesch, 1965, Roberts, 1979). Esta intervención está contraindicada en el caso de malformaciones fetales, exostosis pélvica, hidropesía fetal, pelvis juvenil, posiciones y actitudes anómalas o en el caso de fetos muy grandes absoluta o relativamente.

Para la realización de la técnica de extracción forzada, es preferible evitar la anestesia epidural, y mantener intacto el mecanismo fisiológico del parto, para así no eliminar las contracciones de la prensa abdominal, que serán de ayuda al momento de la extracción. Como reglas generales se debe tener en cuenta que si existen contracciones, la tracción realizada debe ser sincrónica con ellas, manteniendo una tensión relativa en la fase de descanso, en la que no se presentan pujos. La fuerza ejercida debe ser moderada, se considera como fuerza permitida la de dos hombres fuertes, pero es relativo, y quedara al buen criterio del tocólogo. Las extremidades y la cabeza se deben fijar separadamente. La tracción se debe realizar de acuerdo a las líneas de conducción y en forma alterna para cada miembro, preferentemente con la vaca en decúbito lateral izquierdo y si es necesario utilizando abundante lubricante. La tracción nunca debe ser apresurada, permitiendo que el canal blando

se dilate correctamente, “En obstetricia la paciencia es una cualidad muy útil” (Grunert y Ebert, 1990).

Conviene recalcar que generalmente la intervención del profesional ha sido precedida por el peón o propietario que ha agotado recursos, tales como prender el ternero a la cincha de un caballo, o a un tractor, lo que expone un gravísimo riesgo para la madre y su cría. La técnica se basa en fijar lazos individuales en las extremidades ya sea anteriores o posteriores por encima de los menudillos, en el caso de la presentación anterior y si es necesario una cuerda o gancho en la cabeza. En primer lugar, se puja un miembro hasta que su codo llegue a la entrada de la pelvis, luego se hace lo mismo con el homólogo y por último con la cabeza, siempre respetando para ejercer la tracción al momento de las contracciones abdominales. De esta manera luego de introducido el feto en la pelvis, se tira igualmente de los tres puntos, o sea miembros y cabeza, realizando esto al compás de las contracciones de la madre y dirigiendo la tracción en sentido dorsal y caudal al principio para luego dirigir la fuerza caudal y ventralmente, tanto en la presentación anterior o posterior del ternero, así, es posible respetar la línea de conducción obstétrica que en los bovinos tiene forma de arco (figura 2) (Benesch, 1965, Noakes, 1997, Grunert y Ebert, 1990, Jakobsen, 2004).



**Figura 2:** Trayecto del ternero en el canal de parto. La flecha indica la curvatura de convexidad superior de la línea que sigue el ternero con estática fetal normal durante el nacimiento. Fuente: Noakes, 1997.

La tracción se debe realizar hasta que la cabeza pase el anillo vulvar, protegiendo debidamente el periné para evitar desgarros. Luego que la cabeza y extremidades emergieron por la vulva, se tracciona exclusivamente los miembros simultáneamente hasta la extracción del cinturón escapular, en este momento se cambia la dirección de tracción en sentido ventral, hacia la ubre de la vaca para facilitar el pasaje de la pelvis fetal (Grunert y Ebert, 1990, Jakobsen, 2004). La intensidad de la fuerza requerida para extraer un ternero varía mucho dependiendo de cada distocia; sin embargo, Hindson (1978) estableció un valor de referencia, estimando que la fuerza

ejercida por la prensa abdominal y las contracciones uterinas alcanzaría en un parto normal alrededor de 70 Kg. Por otra parte, Schuijt (1990) observó que la fuerza suficiente para fracturar el metacarpo de un ternero, atado con una soga obstétrica, en promedio alcanza a 170 Kg al ejercer presión en la superficie del hueso.

Al realizar la técnica, el obstetra debe vigilar atentamente con la mano introducida en el canal vaginal el progreso del parto e indicar a sus ayudantes, dirección, intensidad y momento de realizar la tracción, a su vez le corresponde dirigir las operaciones y si es posible no unirse a realizar la tracción para supervisar correctamente la maniobra y tomar las decisiones. Si el feto no puede extraerse de la manera descrita, debe elegirse otra intervención con el fin de preservar la salud de madre y cría. Usar maquinas parteras inadecuadas, fuerza mecánica o animal es un grave error, y una falta total de técnica, ya que la fuerza no es regulable ni en intensidad ni dirección, por lo que ningún profesional debe recurrir a esos métodos (Grunert y Ebert, 1990, Jakobsen, 2004). Si la extracción forzada no es posible, la fetotomía o la operación cesárea deben ser consideradas (Momont, 2005).

### *Cesárea*

La operación cesárea se define como la extracción del o de los fetos a través de una abertura quirúrgica a nivel abdominal, eludiendo la vía natural. Su aplicación está reservada preferentemente a los casos en que el feto se presenta vivo (Grunert y Ebert, 1990). Existen diferentes técnicas y abordajes entre las cuales el obstetra debe optar, teniendo en cuenta las características del animal y la distocia. Los diferentes abordajes son: paralumbar o del flanco, celiotomía oblicua izquierda, ventrolateral oblicuo y por línea media ventral. Las dos primeras se pueden realizar con el animal en estación o en decúbito lateral, y las otras dos técnicas con el animal en decúbito lateral (Turner y Mcilwraith, 1988, Campbell y Fubini, 1990).

### **Lesiones fetales asociadas al parto**

Estas lesiones derivan de un manejo inadecuado al parto, por fuerzas excesivas al momento de la extracción forzada, pero no deben descartarse los posibles traumas espontáneos, entre ellas se citan las lesiones de columna vertebral, son frecuentes la separación de las diáfisis de las vértebras de la región tóraco-lumbar, lo que lleva a un sobre estiramiento del raquis, con consecuente parálisis posterior. Además, se puede provocar fractura mandibular, producida por la tracción a nivel mandibular como tercer punto en la extracción forzada, o en la corrección de actitudes anómalas de cabeza. También se producen fracturas de costillas, en su unión ya sea con esternón o vertebras, en el caso de que haya perforación de los bordes óseos a la cavidad torácica se puede producir hemorragia o neumotórax. Edema de cabeza y lengua, se produce cuando el ternero esta por un largo periodo de tiempo en el canal pelviano lo que lleva a un pobre retorno venoso, consecuentemente se produce el edema. Este edema se resuelve en pocos días si es extraído el ternero (Rutter, 2010).

Fracturas de miembros, se producen generalmente por una falla en la utilización de los elementos para llevar a cabo una extracción forzada, ya sean sogas o cadenas, o por un exceso en la fuerza utilizada para desarrollar esta técnica. Esto lleva a fracturas, luxaciones o desarticulaciones. En las fracturas a distal de los miembros,

se pueden corregir con la inmovilización del mismo, en las fracturas proximales se puede recurrir a fijadores internos. Las fracturas conminutas tienen un pronóstico pobre ya que son propensas a tener compromiso vascular y necrosis de las áreas afectadas, estas generalmente no se evidencian al momento del parto, sino que a los días con una claudicación e hinchazón del miembro (Rutter, 2010). Las fracturas usualmente observadas incluyen fracturas de metacarpo y metatarso con aproximadamente 50% de los casos, seguidos por fracturas de tibia (12%), radio y ulna (7%), húmero (<5%) (Reilly y col., 2005, Anderson y St. Jean, 2008).

## **Biología de las fracturas**

Una fractura es la ruptura completa o incompleta en la continuidad del hueso o cartílago. La fractura es acompañada de diversos grados de lesión en los tejidos circundantes, incluyendo la irrigación sanguínea y la función comprometida del aparato locomotor (Piermattei y col., 2006). Inmediatamente después del trauma, se genera un hematoma y este compone de células de la sangre periférica, así como células de médula ósea. La lesión inicia una respuesta inflamatoria que es necesaria para la curación de la fractura. La respuesta inflamatoria hace que el hematoma coagule entre y alrededor de los extremos de la fractura, y dentro de la médula, que forma una plantilla para formación del callo. Aunque se sabe que cuando se prolonga la expresión de las citoquinas inflamatorias, hay un efecto negativo sobre los huesos y las articulaciones. Una secreción breve y altamente regulada después de la lesión aguda es crítica para la regeneración del tejido (Marsell y col., 2011). Este proceso afecta todo el segmento lesionado en las primeras 24 a 48 horas, para luego circunscribirse al foco de la fractura (Lotti y Bonetto, 1994).

La respuesta proinflamatoria inicial implica la secreción de factor de necrosis tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), interleucina-1 (IL-1), IL-6, IL-11 y IL-18. Estos factores reclutan células inflamatorias y promueven la angiogénesis. Para el TNF- $\alpha$  se ha demostrado que su pico es a las 24 horas, para volver a su nivel basal dentro de 72 h después de trauma, actúa como un agente quimiotáctico necesario para reclutar células. Estos efectos están mediados por la activación de los dos receptores TNFR1 y TNFR2 que se expresan tanto en osteoblastos como en osteoclastos. Sin embargo, TNFR1 se expresa siempre en el hueso mientras que TNFR2 sólo se expresa después de la lesión, lo que sugiere un papel más específico en la regeneración ósea. Entre las diferentes interleucinas se considera IL-1 e IL-6 como las más importantes para la curación de fracturas. La IL-1 es producida por los macrófagos en la fase aguda de la inflamación e induce la producción de IL-6 en los osteoblastos, promueve la producción del callo cartilaginoso primario, y también promueve la angiogénesis en el sitio de la lesión mediante la activación de cualquiera de sus dos receptores. La IL-6, por otra parte, estimula la angiogénesis, y al factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), y la diferenciación de osteoblastos y osteoclastos (Marsell y col., 2011). Para que el hueso pueda regenerarse, las células madre mesenquimales (MSC) tienen que ser reclutadas, proliferar y diferenciarse en células osteogénicas. Exactamente de donde estas células provienen no se ha dilucidado completamente. Aunque la mayoría de los datos indican que estos MSCs derivan de los tejidos blandos circundantes y la médula ósea (Marsell y col., 2011).

La curación indirecta de la fractura consiste tanto en la osificación endocondral e intramembranosa, la formación de un callo cartilaginoso que luego se somete a la mineralización, la resorción y luego se reemplaza con el hueso, es la característica clave de este proceso. Después de la formación del hematoma primario, se forma un tejido de granulación rico en fibrina, dentro de este tejido, la formación endocondral se produce entre los extremos de la fractura, y externo a los sitios de periostio. Estas regiones también son mecánicamente menos estables y el tejido cartilaginoso forma un callo suave que da a la fractura una estructura estable. Al mismo tiempo, una osificación intramembranosa se produce directamente adyacente a los extremos distal y proximal de la fractura, la generación de un callo duro. Es el puente final de este callo duro central que en última instancia ofrece la fractura con una estructura semi-rígida que permite soportar peso (Marsell y col., 2011). Se ha observado que una de las causas que alteran la formación del callo y producen su degeneración secundaria es la movilidad de los fragmentos óseos (Lotti y Bonetto, 1994).

La curación de fracturas requiere un suministro de sangre y la revascularización es esencial para una reparación ósea exitosa. En la curación de la fractura endocondral, esto no sólo implica vías angiogénicas, sino también la apoptosis condrocítica y la degradación cartilaginosa como la eliminación de células y matriz extracelular. A fin de que la regeneración ósea progrese, el callo cartilaginoso suave primario necesita ser reabsorbido y sustituido por un callo óseo duro. Este paso de curación de la fractura, en cierta medida, recapitula el desarrollo óseo embriológico con una combinación de proliferación y diferenciación celular, el aumento de volumen celular y el aumento de la matriz. Como los condrocitos del callo de fractura proliferan, se hipertrofia y la matriz extracelular se calcifica (Marsell y col., 2011).

En el mecanismo de la calcificación las mitocondrias juegan un rol importante, donde se acumulan gránulos de calcio en el entorno hipóxico de la fractura. Después de su elaboración en el citoplasma de los condrocitos del callo de la fractura, los gránulos de calcio son transportados a la matriz extracelular en donde precipitan con el fosfato y forman depósitos minerales iniciales. Estos depósitos de calcio y fosfato se convierten en el nido para la nucleación homogénea y la formación de cristales de apatita (Marsell y col., 2011).

Aunque el callo duro es una estructura rígida que proporciona estabilidad biomecánica, no restaura completamente las propiedades biomecánicas del hueso normal. Con el fin de lograr esto, se inicia una segunda fase de resorción, esta vez para remodelar el callo duro en una estructura de hueso laminar con una cavidad medular central. El proceso de remodelación se lleva a cabo mediante un equilibrio en la reabsorción del callo duro por los osteoclastos y la deposición ósea laminar por los osteoblastos. Aunque el proceso se inicia como a las 3-4 semanas en modelos animales y humanos, la remodelación puede tardar años en ser completada para lograr un hueso estructuralmente regenerado. El proceso puede ocurrir más rápidamente en animales más jóvenes. Se ha demostrado que el remodelado óseo es el resultado de la producción de polaridad eléctrica creada cuando se aplica presión en un ambiente cristalino. Esto se logra cuando se produce la carga axial de huesos largos, creando una superficie convexa electropositiva y una superficie cóncava electronegativa activando osteoclastos y la actividad osteoblástica respectivamente. Por esto el callo externo es reemplazado gradualmente por una estructura de hueso laminar, mientras que la remodelación del callo interno

restablece una característica de canal medular de un hueso diafisario. Para que la remodelación ósea sea exitosa, es necesario un suministro adecuado de sangre y un aumento gradual de la estabilidad mecánica. Esto se demuestra claramente en los casos en que esto no se logra, lo que resulta en el desarrollo de una unión fibrosa atrófica. Sin embargo, en casos en los que existe una buena vascularización, pero fijación inestable, el proceso de cicatrización progresa para formar un callo cartilaginoso que resulta en una unión no hipertrófica o una pseudoartrosis (Marsell y col., 2011).

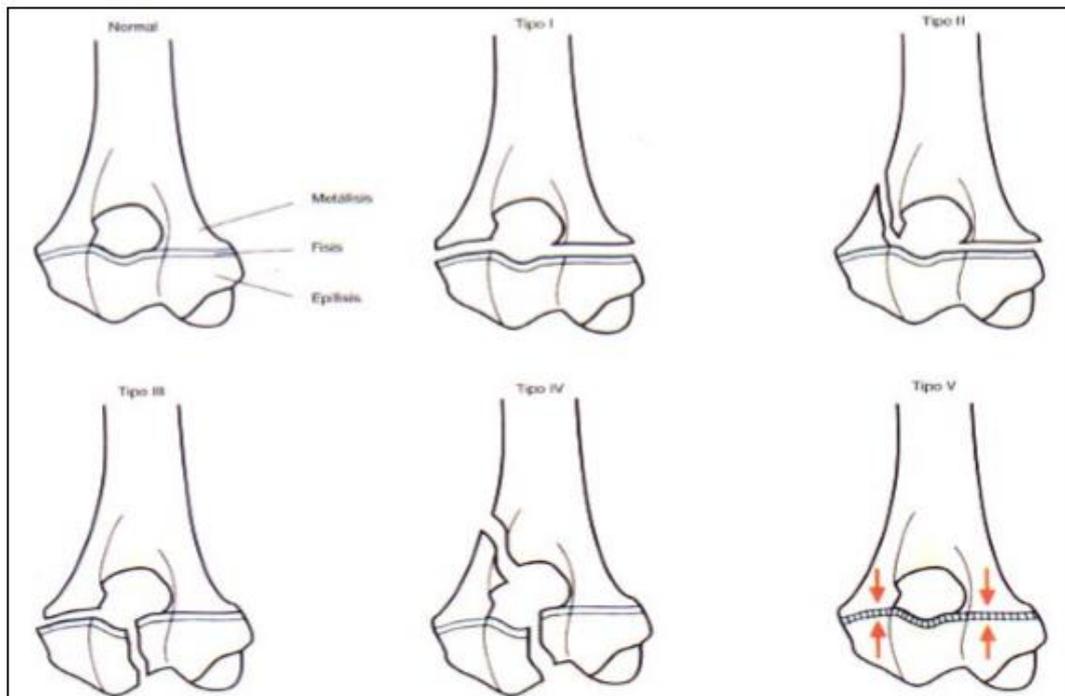
La curación primaria de las fracturas puede ocurrir bien mediante la curación por contacto o la cicatrización del hueco. Ambos procesos implican un intento de restablecer directamente una estructura ósea laminar anatómicamente correcta y biomecánicamente competente (Marsell y col., 2011).

### **Tipos de fracturas**

Tomando como criterio de clasificación la forma de la fractura, a grandes rasgos la podemos clasificar en completas e incompletas y dentro de cada una de ellas sus variantes. Dentro de las fracturas incompletas tenemos, curvaturas temporales, inflexiones o fractura en vara verde, las fisuras y hundimientos que se dan más en huesos planos, perforaciones surcos y canales. Dentro de las completas y de acuerdo a la línea de fractura tenemos fracturas transversas en la que el hueso pierde su continuidad en forma perpendicular al eje mayor de él. Oblicua en la que el eje principal del hueso y la línea de fractura forman un ángulo de 45 grados aproximadamente, también denominada pico de flauta. Y espiral en la que la línea de fractura corre alrededor del eje del hueso. De acuerdo al número de los fragmentos que se producen en la fractura las clasificamos en simples presentan una línea de fractura y dos cabos, dobles, triples o cuádruples en las que el tamaño de los fragmentos permite su reducción ya sea por clavos, placas o tornillos. Y conminuta en las que son múltiples los segmentos de fractura y no permiten su fijación (Téllez Reyes, 1998).

En veterinaria la clasificación Salter-Harris (figura 3) es la más usada para las lesiones de la placa de crecimiento, que se utiliza para dar un pronóstico de estas fracturas y para planificar el tratamiento individual. También debe tenerse en cuenta que todas las fracturas en las que las placas de crecimiento están comprometidas, estas pueden tener efectos adversos en el posterior crecimiento de los huesos largos y el pronóstico se debe dar teniendo en cuenta esto. De igual forma, si se intenta la fijación quirúrgica se debe considerar el efecto del crecimiento continuo a partir de la intervención y a partir de los implantes empleados (Carmichel, 1999, Salter, 1963).

Los lugares de más frecuente presentación son: epífisis proximal del húmero y radio; distal del cúbito, cabeza femoral, epífisis distal del fémur, proximal y distal de la tibia. Cuando se presentan estas fracturas en las epífisis de presión, es conveniente hacer una diferenciación entre los tipos I y II de Salter-Harris y los tipos III y IV. Las fracturas que comprometen a la placa de crecimiento sin afectar la superficie articular se clasifican como Salter-Harris I y II. Corresponden aproximadamente al 65% de las fracturas epifisarias, por el contrario, los tipos III y IV si afectan la superficie articular (Salter, 1963, Carmichel, 1999).



**Figura 3:** Clasificación de las fracturas de Salter-Harris en el extremo distal del húmero de un animal inmaduro. Fuente: modificado de Carmichel, 1999.

### Complicaciones de las Fracturas

La falta de unión de una fractura a pesar de ser una complicación frecuente (3,4%) en el tratamiento instaurado, existen pocas referencias sobre su prevención y tratamiento. Esta falta de unión se presenta cuando no se consiguió la reparación de la fractura y todos los signos de reparación han cesado. Para corregir esta complicación es necesaria una intervención y aplicación de injertos que promuevan la osteogénesis. La gran mayoría de los casos de falta de unión son el resultado de una deficiente toma de decisiones ya sea por una falla en la selección del tratamiento instaurado o en el método de fijación empleado. En muchos casos se debe a una combinación de factores y no la presencia de solo uno, la causa más común se da cuando no se evita el movimiento, en estos casos el movimiento continuo ocasiona la ruptura de los vasos de neo formación constantemente lo que provoca una falla en la mineralización del callo cartilaginoso y por ende falla en la reparación (Santoscoy, 2008).

Otras posibles causas de falta de unión son, la conminución, la reducción inadecuada, demasiado implante, cerclajes e implantes flojos, interposición de tejido blando entre fragmentos, pérdida ósea, infección, neoplasia, administración de esteroides, hiperadrenocorticismismo, radiación, senilidad, desnutrición, manipulación excesiva, y pérdida del hematoma original. Esta falta de unión es más frecuente de encontrar en fracturas intrínsecamente inestables que fueron tratadas con férulas, que en aquellas que con condiciones similares fueron tratadas con placas ortopédicas (Santoscoy, 2008).

Según Aybar (2012) las complicaciones de las fracturas las podemos clasificar, en parte derivadas de la propia lesión como ser:

- Embolia grasa
- Síndrome compartamental
- Síndrome de aplastamiento
- Sección del paquete vásculo-nervioso principal
- Daño tendinoso-muscular

Las principales complicaciones como consecuencia que del tratamiento son:

- Infección
- Retardo de consolidación
- Pseudoartrosis
- Consolidación viciosa
- Rigidez articular
- Atrofia ósea de Sudek
- Artrosis secundaria

La embolia grasa es provocada por las gotas de grasa que provienen de la medula ósea de la zona fracturada, estas al llegar al torrente sanguíneo más precisamente a los capilares, lo taponan provocando un cuadro isquémico acorde a la zona afectada. El síndrome compartamental es el aumento de la presión en un compartimento formado por fascias o tabiques aponeuróticos en la zona fracturada, este aumento de presión altera la perfusión tisular provocando isquemia hasta necrosis de los tejidos contenidos en el compartimento principalmente nervios y músculos. El síndrome de aplastamiento se caracteriza por ser un cuadro en el que los tejidos lesionados permanecieron comprimidos por mucho tiempo y al ser descomprimidos liberan sustancias como ser mioglobina, creatinina y potasio que pasan al torrente sanguíneo y pueden llegar a producir daño renal. La sección de los paquetes vásculo-nerviosos de no ser reparada puede llegar a provocar una gangrena isquémica y hasta amputación del miembro afectado siendo una complicación importante (Aybar, 2012).

Dentro de las complicaciones como consecuencia del tratamiento están las infecciones que por lo general se dan más en fracturas abiertas, que en las cerradas aunque también pueden darse en estas cuando han sido intervenidas para osteosíntesis. Esta se trata de una típica infección exógena, ya sea por el excesivo manipuleo quirúrgico, inadecuado desbridamiento, o por ser abierta y estar en contacto con un ambiente hostil (Aybar, 2012).

El retardo en la consolidación, la pseudoartrosis y la consolidación viciosa, son complicaciones o alteraciones que ocurren durante el proceso de consolidación fracturaria y se deben a la falla en uno o más de los tres factores fundamentales para que se lleve a cabo una consolidación normal de la fractura. Estos son, que los extremos óseos estén recíprocamente acomodados o sea una buena reducción, que exista una buena inmovilización manteniéndose por el tiempo que sea necesario, y que a la fractura llegue un normal aporte vásculo-sanguíneo. Si alguno de estos factores falla entonces no se logrará la consolidación normal. Cuando la reducción no es buena podrá evolucionar a una consolidación viciosa o una pseudoartrosis hipertrófica en el caso de que se interpongan partes blandas. En el caso que la inmovilización no sea buena con presencia de macro movimientos evolucionará a

una pseudoartrosis hipertrófica. En el caso que la inmovilización sea buena, la reducción también, pero el aporte sanguíneo no sea bueno se complicará con necrosis avascular y no habrá formación de callo, es decir una pseudoartrosis atrófica, o este callo óseo demorará a formarse resultando en un retardo en la consolidación. Se llama pseudoartrosis cuando después de haber transcurrido tiempo suficiente para la unión ósea, no se observa radiográficamente callo que puentea los extremos óseos y en la zona se observa radiotransparencia. En la pseudoartrosis hipertrófica hay un intento de formación de callo con una expresión exuberante y que se debe a la presencia de macromovimientos continuos durante el tratamiento. En la pseudoartrosis atrófica no existen signos de intento de formación de callo, por el contrario, los extremos están afilados y separados (Aybar, 2012).

La rigidez articular es otra complicación y compromete a la articulación vecina a la fractura, provocando pérdida en la amplitud de los movimientos, esto se da por el método inmovilizador utilizado que mantiene esa articulación demasiado tiempo inmóvil, esta complicación es reversible con fisioterapia (Aybar, 2012).

### **Métodos de osteosíntesis**

Las técnicas de osteosíntesis más modernas tienden a minimizar la agresión sobre la cicatrización ósea, y sugieren que no es necesario realizar una amplia exposición del hueso fracturado. Debe liberarse el hueso para visualizar el eje óseo y permitir una fijación, protegiendo los tejidos blandos (Wheeler y col., 2004).

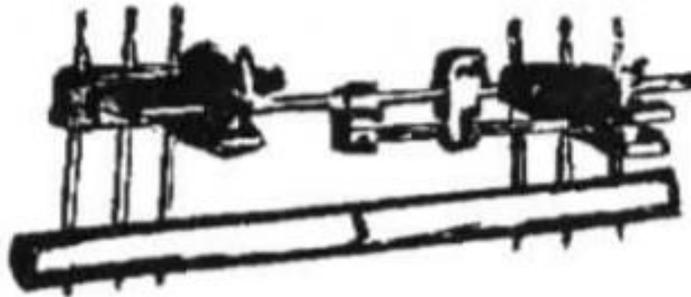
Se define a la osteosíntesis biológica como la técnica quirúrgica que sea lo menos invasiva posible y que respete al máximo las características del hueso, así como a los tejidos blandos vecinos y al callo. Para la correcta reparación de un hueso fracturado se requiere reducir, fijar e inmovilizar; proporcionando rigidez y estabilidad a la fractura, comenzando por la coaptación de los cabos óseos fracturados; dicha coaptación es el afrontamiento de los fragmentos óseos con el fin de recuperar su alineación normal. La estabilización ósea es una condición fundamental para una correcta regeneración y vascularización ósea. Sin embargo, intervenciones quirúrgicas estabilizadoras también pueden llegar a alterar la vascularización y regeneración ósea de manera importante. La rigidez puede ser definida como la firmeza con la cual los fragmentos de una fractura están siendo sostenidos por el sistema de fijación, en cambio la estabilidad es la capacidad mecánica de mantener la integridad de una reducción, una vez que dicha fijación es sometida a requerimientos dinámicos (Matis, 1998, Téllez Reyes, 1998, Wheeler, 2004).

La elección del método de tratamiento depende del animal y su lesión específica, las esperanzas y los deseos del cliente, la experiencia y la perspectiva del veterinario teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada método y modalidad de reducción. La coaptación de los fragmentos óseos con el fin de que recuperen su alineamiento normal puede llevarse a cabo por métodos externos no invasivos como son las férulas de yeso, las de tipo Thomas y las de tipo Robert Jones, o por abordaje quirúrgico con fijación interna o externa. Se debe determinar si la reducción será cerrada o abierta. La reducción cerrada consiste en reducir fracturas o alinear los cabos sin la exposición quirúrgica de los huesos fracturados, las ventajas de la reducción cerrada son la preservación de los tejidos blandos e irrigación sanguínea, lo cual acelerará la cicatrización; un menor riesgo de inducir infecciones secundarias

y una recuperación más rápida. 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, sus ventajas son la visualización y el contacto directo con los fragmentos óseos facilitando la reconstrucción anatómica de la fractura; la reconstrucción permite que el hueso y los implantes compartan las cargas, lo cual redundaría en una fijación más fuerte, y los injertos de hueso esponjoso pueden ser empleados para acelerar la cicatrización ósea. Las desventajas de la reducción abierta comprenden el aumento del traumatismo quirúrgico de los tejidos blandos e irrigación sanguínea, una mayor oportunidad para introducir contaminación bacteriana y un mayor tiempo de recuperación y consolidación ósea. La reducción abierta permite una reconstrucción de la fractura, pero debe limitarse para evitar un daño tisular que puede retardar la cicatrización (Matis 1998, Téllez Reyes, 1998, Wheeler, 2004, Johnson y col., 2005, Johnson, 2009).

#### *Fijación esquelética externa con clavos steinmann*

Algunos autores sitúan las primeras referencias a métodos de fijación externa en la Grecia clásica en textos atribuidos a Hipócrates (460 - 377 a.c.). El primer antecedente de fijación esquelética se remonta a 1840 con Malgaigne cuando inmoviliza una fractura de tibia por medio de púas metálicas. En 1898 Parkhill describe la fijación esquelética por primera vez y en 1937 Otto Stader desarrolla un modelo aplicable a medicina veterinaria (figura 4) (Pistani, 1994, Arias y col., 2011).



**Figura 4:** Aparato creado por Stader en 1937. Fuente: Arias y col., 2011.

La fijación esquelética externa se refiere a la estabilización de una lesión musculoesquelética, ya sea fracturas, luxaciones o rotura de tendones, por medio de la utilización de clavos de transfixión (o transcorticales) y una estructura externa que los conecta proporcionando estabilidad a la región. La estabilidad fracturaría, por tanto, se alcanza transfiriendo las fuerzas biomecánicas soportadas por el hueso alrededor del ambiente de la lesión 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).

Estos clavos transcorticales pueden ser los mismos que se utilizan para la fijación interna, como son los clavos de Steinmann estos 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 (Fubini y Ducharme, 2005).

Las ventajas del fijador esquelético externo son múltiples e incluyen su facilidad de aplicación; 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; en un proceso abierto se permite fácilmente acceso a la herida; es compatible su uso en conjunción con otros dispositivos de fijación interna. Para su colocación no se requiere material ortopédico costoso ni una gran experiencia o habilidad, sino que con un buen conocimiento anatómico es suficiente para obtener resultados satisfactorios, en la mayoría de los casos, la retirada es sin necesidad de aplicar anestesia general (St. Jean, 1996, Johnson y col., 2005, Piermattei y col., 2006, Arias y col., 2011).

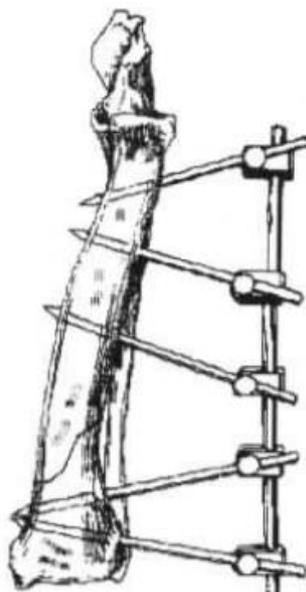
Las desventajas de este sistema de fijación son la reducción de la fractura cerrada subóptima y mala alineación anatómica, ausencia de compresión interfragmentaria, estabilización menos rígida que con la utilización de placas de osteosíntesis, con presencia de micro movimientos a nivel de la fractura (aunque algunos autores no lo toman a esta situación como algo negativo), 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. Las complicaciones clínicas más comunes asociados con la fijación esquelética externa son la inestabilidad en el lugar de la fractura, aflojamiento de los clavos, osteólisis, infecciones del trayecto del clavo, fracaso del implante, consolidación retardada o pseudoartrosis de la fractura (St. Jean, 1996, Anderson y St. Jean, 2008).

La curación de las fracturas por medio de fijación externa ocurre por consolidación indirecta, aquellas tratadas con un fijador externo rígido requieren mayor tiempo de curación, que las que son tratadas con un fijador que permite micromovimientos. El movimiento lineal axial es necesario para la consolidación, es necesario permitir a los fragmentos impactarse para rellenar la zona de absorción y permitir la consolidación. La consolidación tolera los movimientos angulares, frontales o sagitales, pero no los rotatorios que son los más dañinos. La transmisión de la fuerza axial a través del foco de fractura puede llevarse a cabo por el mecanismo de dinamización del fijador para así estimular la curación de la fractura. En la instrumentación del fijador externo es importante determinar el momento en el que el callo comienza a transmitir cargas axiales, si los fragmentos están en contacto las cargas axiales serán transmitidas desde el primer momento a través del foco de fractura, y si esto no ocurre las fuerzas serán transmitidas por el fijador externo, hasta que el callo se forme y comience a absorber las presiones (Lotti y Bonetto, 1994).

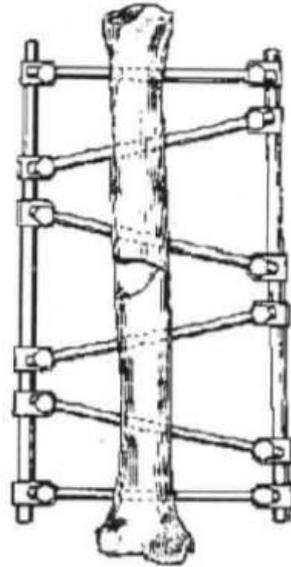
Entre los métodos de fijación externa, el más difundido y utilizado en medicina veterinaria en todo el mundo es el método de Kirschner-Ehmer con sus modificaciones (Pistani, 1994). El método Kirschner-Ehmer se basa en la colocación a través de la piel de clavos a cada uno de los lados de la fractura, en el método estándar los clavos se colocan por pares y en forma independiente. Se puede iniciar por transfijar el par proximal, el primer clavo se coloca en la metáfisis ósea con una angulación de 45 a 60 grados con respecto al hueso y en dirección a la línea de fractura, el segundo clavo se coloca en el mismo segmento del hueso lo más cerca

posible de la línea de fractura, la angulación es la misma, pero la dirección es hacia la metafisis proximal (figura 5). La colocación del par distal se realiza en forma similar (Arias y col., 2011).

Los clavos deben ser colocados de forma que penetren 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). Se debe tener cuidado en la inserción de los clavos en la corteza ósea. Si se los coloca con un taladro manual un movimiento de péndulo puede llegar a ocasionar un orificio de mayor diámetro y esto llevar a la pérdida prematura de los mismos, esto se debe evitar manteniendo el taladro en la misma dirección y a una presión constante hasta que las corticales del hueso sean perforadas. Por otra parte, con la utilización de taladro eléctrico una excesiva revolución puede llegar a provocar un aumento de temperatura en el hueso y una necrosis térmica, lo que posteriormente determinara que el clavo se afloje (Arias y col., 2011). Los clavos deben atravesar ambas cortezas, esto se puede verificar al disminuir la resistencia del taladro, al transfijar clavos en zonas vecinas a articulaciones, se debe tener cuidado de no dejar tensa ciertas estructuras blandas, sino con el clavo se va dificultar el movimiento. Los dos clavos del fragmento proximal se conectan por fijadores sencillos y una barra corta, Un fijador doble se coloca entre los dos fijadores sencillos. Los dos clavos distales se conectan de igual forma, y una barra conectora une los pares proximal y distal (figura 6). Luego todos los fijadores son ajustados hasta lograr la rigidez necesaria (Arias y col., 2011).



**Figura 5:** Aparato de kirschener-ehemer modificado. Fuente: Arias y col., 2011.



**Figura 6:** Modelo bilateral de fijador esquelético externo. Fuente: Arias y col., 2011.

#### *Fijación esquelética externa con férula*

El uso de férula de Thomas y su combinación con yeso es utilizado y apropiado para las fracturas distales al codo, no siendo así en los demás sitios. La longitud de la férula debe ser medida mientras que el animal está de pie y con la extremidad extendida, en una posición lo más funcional posible. Con su utilización en fracturas fisarias normalmente los animales se curan en 4 semanas, pero este tipo de fracturas a menudo requieren de 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).

La aplicación de la combinación Thomas modificada (férula-yeso) como método primario de fijación es práctica y fácil, aunque el período de convalecencia, sin embargo, no está exento de complicaciones. Los bovinos deben ser asistidos para incorporarse durante 3 a 5 días hasta que puedan levantarse por sus propios medios, por lo que son difíciles de manejar con este método, además la férula requiere cuidados para así evitar complicaciones como escoriaciones y laceraciones (Anderson y St. Jean, 2008).

#### **Retracción de tendones**

Las deformaciones flexurales se producen cuando una articulación está restringida en una posición flexionada o hay una incapacidad para extender un miembro completamente. Las deformaciones de las extremidades flexurales pueden ser congénitas o adquiridas (Adams, 2006). En algunos animales afectados, además de las unidades superficiales y profundas del músculo flexor digital y sus ligamentos accesorios, el ligamento suspensorio, las cápsulas articulares y los ligamentos colaterales impiden la extensión normal del miembro (Adams y Santschi, 2000). La mala posición in útero, la predisposición genética, la mala nutrición y la exposición a teratógenos han sido sugeridas como causas congénitas de estas deformaciones. Las deformidades adquiridas de las extremidades flexurales pueden ser causadas

por desequilibrios nutricionales, crecimiento rápido y traumatismos (Adams y Santschi, 2000).

Las deformaciones congénitas de las extremidades flexurales suelen afectar a las articulaciones del carpo, metacarpofalángiana y metatarsofalángiana. En casos extremos, deformidades angulares y flexionales congénitas pueden conducir a distocia y en algunos casos requieren fetotomía o cesárea para aliviar la distocia. Muchas crías nacen con algún grado de flexión o problemas en las extremidades angulares. Del mismo modo, la deformidad congénita de flexión de la articulación metacarpo o metatarso-falangiana, la articulación interfalangiana distal y el carpo pueden estar presentes. Las formas suaves de estas condiciones se corregirán a sí mismas con la edad y el ejercicio, pero la deformidad de flexión congénita de moderada a severa normalmente requiere algún tipo de intervención. La claudicación de las extremidades afectadas puede preceder a algunas deformaciones adquiridas de flexión en estos miembros, lo que sugiere que el dolor puede predisponer a desarrollar estas alteraciones en las extremidades flexurales (Adams y Santschi, 2000, Adams, 2006, Ruggles y McIlwraith, 2008). El dolor como resultado de diversas patologías, heridas en tejidos blandos o infecciones en el miembro, llevan a una sustracción del apoyo dando como consecuencia una deformación flexural (Stashak, 2004).

#### *Métodos no invasivos para corregir la retracción de tendones*

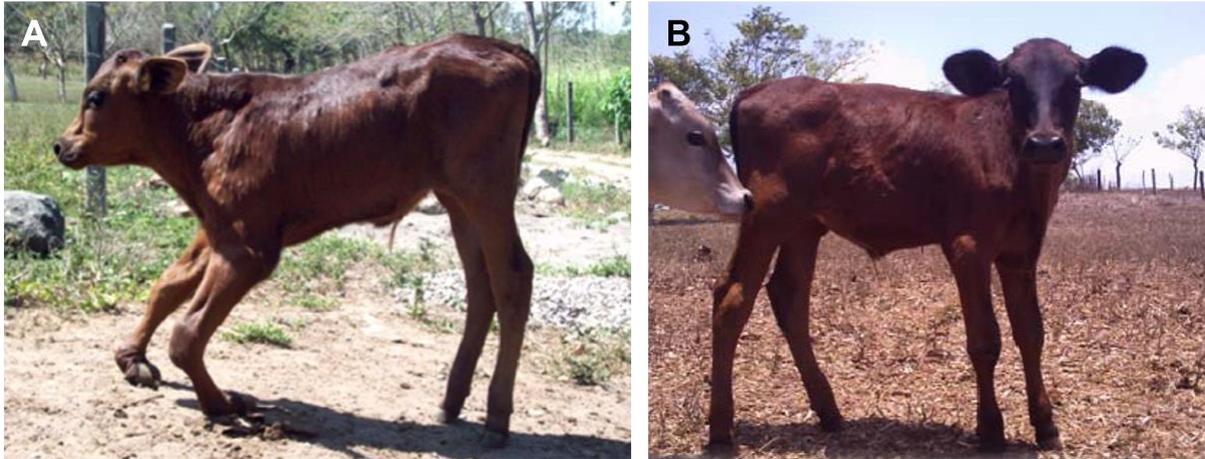
Primeramente, se debe determinar si el animal puede soportar su peso y mantenerse en estación, en estos casos y en que la retracción no sea grave, el ejercicio controlado es recomendado ya que ayudan a alargar o estirar los tejidos blandos palmares o plantares (músculo, tendón, ligamentos, cápsulas articulares), protegiendo al mismo tiempo a los miembros del uso excesivo, el progreso hacia una extensión normal debe ser monitoreado diariamente (Adams, 2006).

Dentro de los métodos que se describen en la literatura, Adams cita a la férula en extensión que es necesaria para permitir que el peso del cuerpo cargue y estire los tendones y los tejidos blandos palmar/plantar. Como inconveniente las férulas pueden causar fácilmente llagas de presión debido a la fragilidad del tegumento en el animal joven y a la presión que es necesaria para extender la extremidad. Los extremos de la férula deben ser acolchados con algodón en rollo cubierto con cinta elástica. Al aplicar una férula, la extremidad está vendada ampliamente, y la férula se coloca sobre este vendaje en el aspecto palmar o plantar de la extremidad. Las férulas se dejan durante un máximo de ocho horas y normalmente 4-6 horas, y luego se retiran por un tiempo igual (Adams, 2006).

Los fármacos antiinflamatorios no esteroideos se pueden utilizar en el tratamiento de deformaciones flexoras debido a que las extremidades al ser extendidas provocan dolor en los tejidos blandos palmares. La reducción del dolor en las extremidades y la promoción del ejercicio ayudarán a la recuperación (Adams, 2006). Otros autores utilizan Flunixin de Meglumine a dosis de 1,1 mg/Kg vía intravenosa una vez al día, y un tratamiento simultáneo con Ranitidina (6,6 mg/kg vía oral, tres veces al día o 1,5 mg/kg vía intravenosa, tres veces al día) como protector gástrico debido a los efectos secundarios del Flunixin de Meglumine (Kidd y Barr, 2002). Estos fármacos

pueden causar úlceras, aunque el Ketoprofeno puede ser menos ulcerogénico que la Fenilbutazona o la Flunixin Meglumine (Adams y Santschi, 2000).

Arieta y Fernández (2011) relatan buenos resultados en bovinos con la utilización de Flunixin de Meglumine 2,2 mg/kg vía intramuscular cada 24 horas por 5 días consecutivos y al día 7 posterior a la última aplicación repitiendo el tratamiento por 5 días más, conjuntamente con la aplicación local de un ungüento formulado a base de Salicilato de metilio 2 g, Alcanfor 1 g, Acido carbólico 3 g dos veces al día durante tres semanas y luego una vez al día durante las dos semanas siguientes, además terapia física durante 15 minutos diariamente (figura 7).



**Figura 7:** Ternero con retracción de tendones. A) previo al tratamiento, B) 6 semanas después del tratamiento médico. Fuente: Arieta y Fernández 2011.

La administración intravenosa de oxitetraciclina puede ser útil en el tratamiento de deformaciones flexurales congénitas, para relajar las unidades de músculo tendón flexor. La dosis comúnmente utilizada de oxitetraciclina en neonatos es de 2-3 gramos administrados lentamente por vía intravenosa una vez al día por 3-4 días. Esta dosis supera con mucho la dosis recomendada para el tratamiento de infecciones bacterianas, pero parece segura para los sanos. Los animales deben estar sanos y los niveles de creatinina sérica normales. La oxitetraciclina debe ser usada con precaución en animales enfermos, particularmente aquellos con compromiso renal, ya que el fármaco puede ser nefrotóxico. La oxitetraciclina parece ser la más eficaz si se usa en los primeros días de vida, pero puede ser útil en animales mayores (Adams y Santschi, 2000).

#### *Métodos invasivos para corregir la retracción de tendones*

El tratamiento quirúrgico está indicado para las retracciones leves cuando no se observa respuesta a la terapia médica después de 10-14 días. La cirugía debe considerarse inmediatamente para el tratamiento de retracciones crónicas en las que la amplitud de movimiento está más reducida (Adams y Santschi, 2000). El clínico debe determinar qué estructuras interfieren en el retorno de la articulación a una posición normal palpando el ligamento suspensorio y los tendones flexores superficial y profundo, firmemente empujado palmarmente hacia la extensión. En este momento se determina el ángulo del bloqueo en la extensión máxima. En todas

las deformidades, excepto las más severas, uno o ambos tendones son los más tensos durante la palpación (Adams, 2006).

## **Anatomía de la región metacarpo-falangiana**

### *Osteología*

En la porción distal del miembro torácico, conocida como mano, constan en el extremo distal expandido del metacarpo los dos dedos (comúnmente denominadas pezuñas) y las paraungulas o espolones. Las pezuñas están separadas por el espacio interdigital, y hacia palmar los espolones que no contienen huesos y normalmente no entran en contacto con el suelo (Dyce y col., 2012).

El esqueleto consta de los dedos principales III y IV y los vestigios de los II y V. Los huesos principales III y IV se fusionan para formar un hueso metacarpiano común, pero en su extremo distal este se divide en trócleas articulares separadas una para cada falange proximal. Todos los demás huesos distales están duplicados. El hueso metacarpiano III + IV (metacarpo o caña) en su extremo proximal y distal se presenta comprimido de dorsal a palmar y expandido lateralmente (Dyce y col., 2012). Presenta además un surco axial dorsal que termina en orificios vasculares en cada extremo, y presenta internamente un septo incompleto derivado del origen del hueso. Cuando comparamos los huesos del mismo animal, el metatarso es siempre un poco más largo que el metacarpo (Romão, 2006).

Las falanges proximales y medias son en general muy similares, aunque las proximales son dos veces más largas que las medias. Estas falanges proximales presentan tubérculos pares próximo-palmares y tubérculos únicos abaxiales en las falanges medias (Dyce y col., 2012). Estos dos tubérculos de la falange proximal son para la inserción de los ligamentos sesamoideos distales (Romão, 2006). Las superficies articulares de cada falange proximal están complementadas en su cara palmar por una fila de dos huesos sesamoideos proximales incrustados dentro de un puente fibrocartilaginoso y unidos por el músculo interóseo (Dyce y col., 2012).

Cada falange tiene una superficie distal con un surco sagital para articularse con la superficie de dos carillas articulares de la falange siguiente. La falange distal tiene la forma de la pezuña en la que se aloja y presenta superficies articulares axial, abaxial y solear (figura 8) (Dyce y col., 2012). En la zona más elevada de la falange distal existe un proceso extensor, donde se inserta el tendón del músculo extensor digital común del cual corre una cresta hasta el vértice de la falange dividiendo la cara axial y abaxial, caudalmente están separadas también por un tubérculo transversal donde se fija el tendón del músculo flexor digital profundo. La cara solear es cóncava y más rugosa cuanto más viejo sea el animal (figura 9) (Romão, 2006).



**Figura 8:** Falanges proximal, media y distal separadas, vista dorsal. Fuente: Romão, 2006.

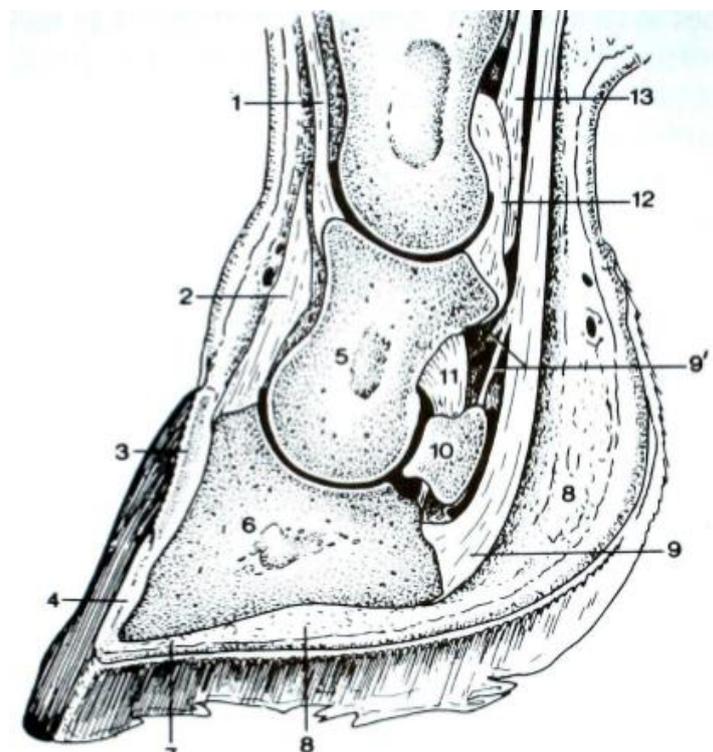


**Figura 9:** Vista lateral, dorsal y palmar de falanges y extremo distal de metacarpiano III y IV. Fuente: Romão, 2006.

Las articulaciones metacarpo/metatarso-falangiana, dobles en cada miembro, poseen ligamentos colaterales axiales (interdigitales) y abaxiales. La articulación es complementada en su cara caudal por cuatro huesos sesamoideos proximales incluidos en una vaina fibrocartilaginosa continua y están unidos por el músculo interóseo. Los sesamoideos son también mantenidos en posición por ligamentos sesamoideos colaterales y distales. Los ligamentos sesamoideos colaterales unen cada hueso sesamoideo abaxial al hueso metacarpiano/metatarsiano y a la falange proximal. Los ligamentos distales se unen a las tuberosidades prominentes próximo-palmares/plantares de la falange correspondiente cruzándose y formando los ligamentos sesamoideos cruzados. Estas articulaciones permiten la comunicación entre sí y debido a su movilidad y amplitud de la cápsula articular forman recesos sinoviales dorsal, palmar/plantar (Romão, 2006).

Las articulaciones interfalangianas proximales presentan también ligamentos colaterales, siendo el axial el más desarrollado para así impedir que las dos pezuñas se separen al momento del apoyo contra el suelo, para lo que también colabora el ligamento axial accesorio que une la falange proximal y la falange distal. Esta articulación interfalangiana proximal presenta un fibrocartílago que aumenta la superficie articular en el borde caudal de la falange media. En estas articulaciones paralelas, sus capsulas articulares son independientes y cada una de ellas presenta sus recesos dorsales y palmares (Romão, 2006).

Las articulaciones interfalanganias distales se encuentran dentro de la úngula, y la superficie articular de la falange distal se encuentra ampliada por la presencia del hueso sesamoideo distal o “navicular”. El hueso “navicular” está relacionado sobre todo con la falange media y mantiene su posición debido a la presencia de numerosos ligamentos colaterales y distales que unen la falange media con la falange distal, existen además los ligamentos interdigitales a nivel de los huesos sesamoides distales que cumplen la función de impedir que ambas pezuñas se separen (figura 10). En esta articulación toman gran relevancia las bolsas sinoviales, la dorsal es prácticamente subcutánea y se sitúa axial y abaxial del proceso extensor, por esa razón esta zona es muy susceptible a problemas pódales como puede ser el flemón coronario. La bolsa sinovial flexora se sitúa proximalmente al hueso sesamoideo distal en la superficie de la falange media, junto a la bolsa podotroclear (Romão, 2006).



**Figura 10:** Sección sagital del dedo medial de la extremidad torácica de bovino. 1) tendón del m. extensor digital común: rama medial; 2) tendón del m extensor digital común; 3) dermis coronaria; 4) dermis laminar; 5) falange media; 6) falange distal; 7) dermis solea; 8); 9) tendón del m. flexor digital profundo; 9') fibras del tendón del m. flexor digital profundo para la falange media y hueso sesamoideo distal; 10) hueso sesamoideo distal; 11) ligamento sesamoideo colateral; 12) ligamentos palmares de la articulación interfalangea proximal; 13) tendón del m. flexor digital superficial. Fuente: Adaptado de Dyce y col., 1999.

## *Miología*

### Tendón del músculo interóseo

El tendón del músculo interóseo, denominado antiguamente “ligamento suspensor del nudo”, es una estructura compuesta casi exclusivamente de tejido fibroso en el animal adulto que se extiende desde el carpo o tarso por la cara caudal del hueso metacarpiano (Romão, 2006). Es fundamental para sostener y amortiguar la articulación metacarpo falangiana ubicado entre el hueso metacarpiano y los tendones de los músculos flexor digital superficial y profundo. Este se origina en la capsula carpiana y en el tercio distal del metacarpiano se divide en cinco ramas las cuales se unen a los huesos sesamoideos proximales, luego de ellas se desprenden ramas que llegan por las caras abaxiales a unirse al tendón del músculo extensor digital lateral, la rama central pasa por la escotadura intercondilea en el “nudo” bifurcándose y dirigiéndose hacia dorsal por la cara axial (Nan y Galotta, 2006). En el segmento medio del hueso metacarpiano el músculo interóseo también emite una fuerte rama tendinosa que se va unir al tendón del músculo flexor digital superficial, constituyendo lo que se denomina ligamento accesorio (Romão, 2006).

### Tendón del músculo flexor digital superficial

El músculo flexor digital superficial se origina a nivel del epicóndilo medial del húmero dividiéndose en dos porciones, una superficial que pasa superficialmente al ligamento carpal entre las láminas del retináculo flexor, y otra porción que pasa profundamente a este ligamento carpal. Los dos tendones se unen en la región metacarpiana y se vuelven a dividir en dos más distalmente uno para cada dedo. En la falange proximal cada tendón se bifurca de nuevo para insertarse en dos sitios (proximal y distal) de la falange media (Gloobe, 1989).

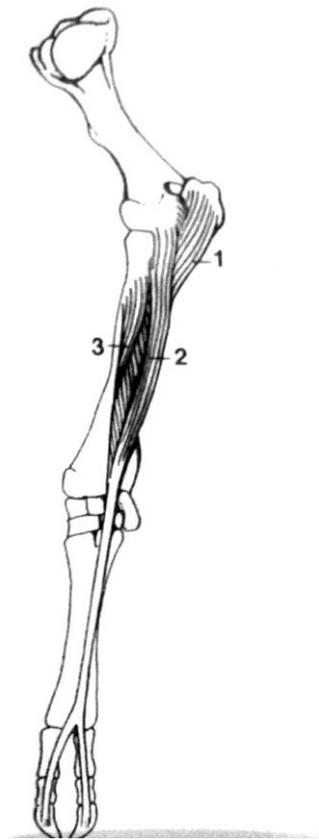
Este tendón corre conjuntamente con el del flexor digital profundo a quien envuelve en un anillo a nivel del nudo, posterior a la bifurcación hacia cada dedo (figura 11). Los tendones de ambos músculos flexores, están separados del hueso metacarpiano III y IV por el interóseo. El tendón del músculo flexor superficial se divide dorsal al menudillo, y cada una de las ramas conjuntamente con ramas del músculo interóseo forma un manguito alrededor del tendón del músculo flexor profundo a nivel de los huesos sesamoideos proximales (Dyce y col., 2012). Actúa primordialmente como flexor de los dedos y del carpo, también ayuda como extensor del codo, esta inervado por el nervio mediano y fibras del nervio ulnar (Gloobe, 1989).



**Figura 11:** Perforación del tendón flexor digital profundo al superficial. 1) ligamento interóseo; 2) tendón flexor digital profundo; 3) tendón flexor digital superficial. Fuente: Gloobe, 1989.

#### Tendón del músculo flexor digital profundo

Este músculo se origina en tres sitios que son, epicóndilo medial del húmero, superficie caudal de la parte proximal del radio y de la ulna (figura 12). A nivel de la parte distal del metacarpo se bifurca en dos, para luego a nivel de la falange proximal penetrar el tendón del músculo flexor digital superficial, y continuar sobre la inserción del mismo que le proporciona una superficie de deslizamiento, continuando sobre la superficie palmar del sesamoideo distal en donde la bolsa podotroclear interpuesta reduce la fricción entre el tendón y el hueso, para así alcanzar su ancho punto de inserción en la cara palmar de la falange distal (Gloobe, 1989, Dyce y col., 2012). Debido a su inserción más distal, en relación al músculo anterior, se entiende fácilmente que su acción permite la flexión de las falanges con una mayor amplitud, para lo que actúa también la presión ejercida por el ligamento anular digital distal que mantiene el tendón del músculo flexor digital superficial en su posición (Romão, 2006). Actúa como flexor de los dedos, del carpo y ayuda en la extensión del codo (Gloobe, 1989).

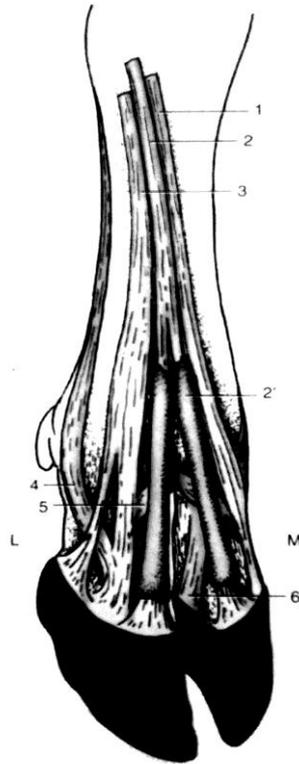


**Figura 12:** *Músculo flexor digital profundo, miembro derecho. 1) cabeza ulnar; 2) cabeza humeral; 3) cabeza radial. Fuente: Gloobe, 1989.*

#### Tendón del músculo extensor digital común

En los rumiantes es constituido por dos cuerpos musculares que ocupan la zona del antebrazo y sus tendones se prolongan distalmente hasta los dedos. Uno de los cuerpos es denominado extensor de los dedos III e IV y transcurre distalmente formando un tendón que se divide en dos, que a su vez, termina en la apófisis extensora de la falange distal. El otro cuerpo muscular llamado extensor del dedo III se prolonga apenas por un tendón para este dedo (Romão, 2006).

El tendón medio derivado del vientre lateral del músculo extensor digital común a nivel de la articulación metacarpofalangiana se bifurca en dos delgadas ramas las cuales están cada una rodeada de una vaina sinovial independiente, estas ramas siguen la superficie dorsal de los dedos para insertarse en los procesos extensores de las falanges distales (figura 13). El tendón medial conforme pasa dorsalmente al menudillo por sobre la bolsa sinovial se ensancha facilitando así su paso, este tendón recibe las ramas extensoras del músculo interóseo antes de insertarse en la falange media y distal (Dyce y col., 2012).

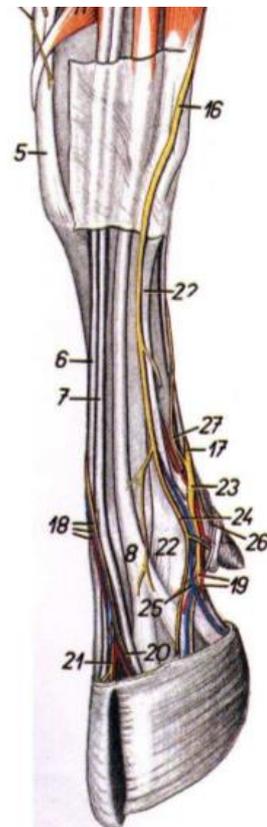


**Figura 13:** Vista dorsal de la mano derecha bovina. 1) Tendón medial del extensor digital común; 2) extensor digital común; 2') sus vainas; 3) extensor digital lateral; 4) 5) ramas extensoras abaxial y axial del interóseo; 6) ligamento colateral. Fuente: Dyce y col., 2012.

#### Tendón del músculo extensor digital lateral

Se origina en el epicóndilo lateral del húmero y del borde caudo-lateral de la ulna, insertándose en la falange media del cuarto dedo y por medio de la expansión tendinosa llega insertar en la falange distal. Hace extensión del dedo lateral y esta inervado por el nervio radial (figura 14). Se encuentra situado entre los músculos extensor digital común y ulnar lateral (Gloobe, 1989).

**Figura 14:** Vista lateral de miembro torácico bovino. 6) m. extensor común de los dedos; 7) m. extensor común de los dedos; 8) m. extensor lateral del dedo; 16) rama cutánea del nervio ulnar; 17) nervio digital palmar común IV; 18) n. digital dorsal común III, arteria digital dorsal común III e vena digital dorsal común III; 19) n. digital palmar propio IV abaxial, a. digital palmar propia abaxial; 20) nervio digital dorsal propio IV axial. Fuente: Romão, 2006, Adaptado de Popesko, 1998.

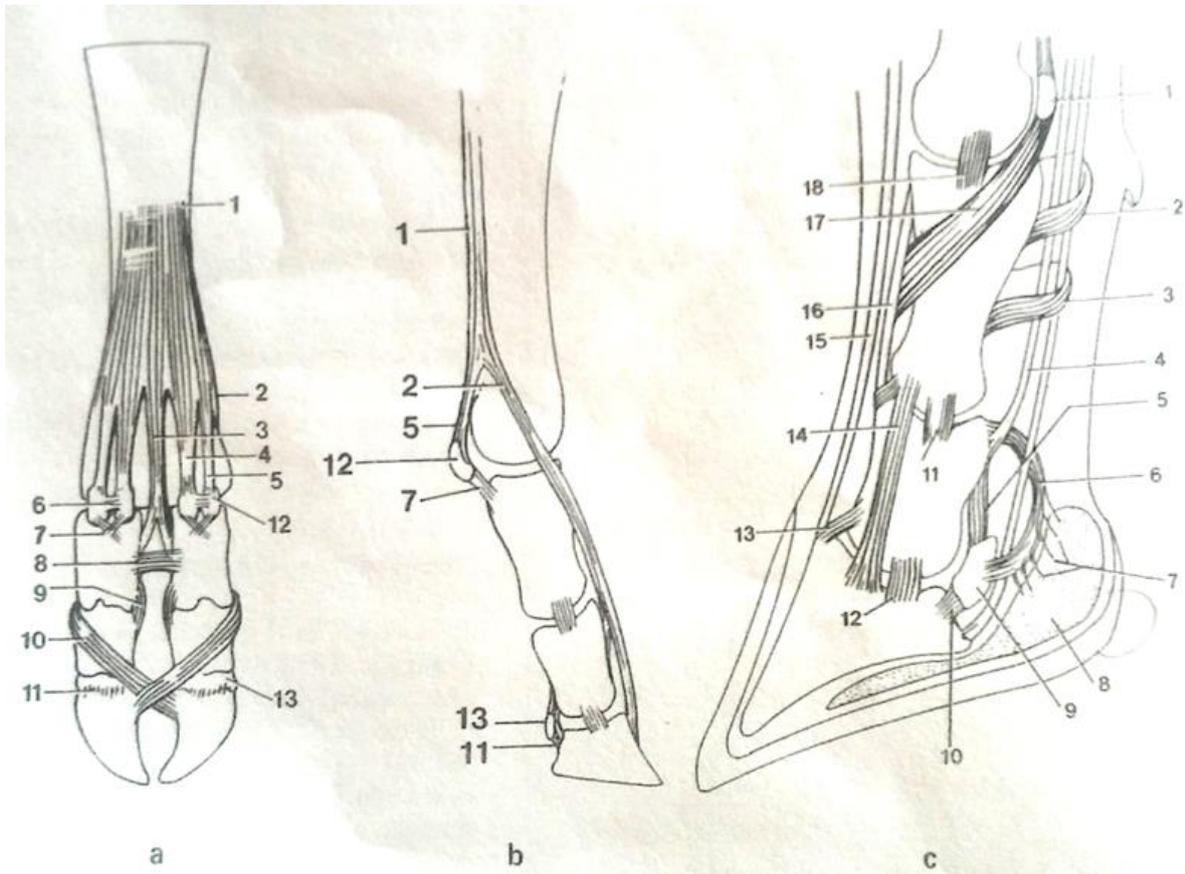


## *Articulaciones y ligamentos*

La articulación metacarpo-falángica o articulación del menudillo es de tipo sinovial y troclear. Se constituye por la extremidad distal del metacarpo y la superficie articular de la falange proximal, complementándose en la cara palmar con los huesos sesamoideos proximales. En su superficie palmar la capsula es común para ambos dedos y se encuentra reforzada por ligamentos colaterales lateral y medial y ligamentos interdigitales. El ligamento interdigital proximal se encuentra en la hendidura interdigital entre el metacarpo y la falange proximal, y el ligamento interdigital distal une a las dos falanges proximales en el espacio interdigital. Los ligamentos sesamoideos colaterales se dividen en axiales y abaxiales siendo dos de cada uno, para unir el metacarpo con el sesamoideo y el sesamoideo con la falange proximal. También existe el ligamento intersesamoideo (transversal) que une los huesos sesamoideos de ambos dedos (figura 15) (Gloobe, 1989).

La articulación interfalángica proximal al igual que la anterior es una sinovial de tipo troclear, es la articulación entre la superficie articular distal de la falange proximal y la superficie articular proximal de la falange media. Su capsula articular presenta dos saculaciones debajo de los tendones de los músculos extensores. Posee los ligamentos colateral medial y lateral y el ligamento palmar ubicado en la parte volar de la capsula articular (Gloobe, 1989).

La articulación interfalángica distal es una articulación de poca movilidad y está formada entre la superficie articular distal de la falange media y la superficie articular proximal de la falange distal, esta articulación se completa palmarmente con el hueso sesamoideo distal o navicular. La cápsula articular posee dos recesos debajo de los tendones de los músculos extensores. A su vez esta articulación esta reforzada por los ligamentos colateral-lateral y colateral-medial, ligamento colateral axial-medial y colateral axial-lateral, ligamento sesamoideo colateral-lateral y colateral-medial, ligamento sesamoideo colateral-axial (Gloobe, 1989).



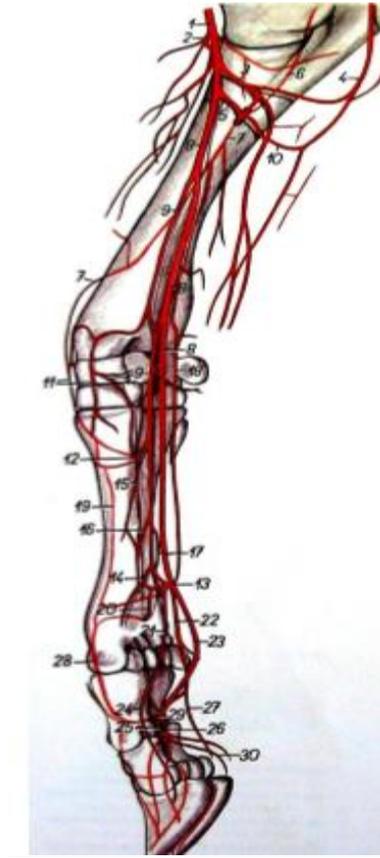
**Figura 15:** Ligamentos y tendones del dedo bovino; (a) aspecto palmar, (b) aspecto lateral del cuarto dedo: 1) ligamento interoseo; 2) rama extensora del 1; 3) rama intermedia del 1; 4) rama medial del 1; 5) rama lateral del 1; 6) ligamento intersesamoideo; 7) ligamento sesamoideo cruzado; 8) ligamento interdigital proximal; 9) ligamento colateral palmar; 10), ligamento interdigital digital; 11) ligamento sesamoideo; 12) sesamoideo proximal; 13) sesamoideo distal. (c) aspecto axial del cuarto dedo: 1) sesamoideo proximal; 2) ligamento anular proximal; 3) ligamento anular distal; 4) musculo del flexor digital superficial y profundo; 5) ligamento sesamoideo; 6) ligamento sesamoideo cruzado; 7) fibras del ligamento cruzado hacia la almohada; 8) almohada adipo-fibrosa; 9) hueso sesamoideo distal; 10) ligamento sesamoideo (porcion distal); 11) ligamento colateral medial, interfalangica proximal; 12) ligamento colateral medial, interfalangica distal; 13) ligamento dorsal, interfalangica distal; 14) ligamento colateral largo; 15) tendon extensor digital comun; 16) tendon extensor digital lateral; 17) ligamento interoseo, rama medial; 18) ligamento colateral medial del corvejon. Fuente: Gloobe, 1989.

## *Irrigación e inervación*

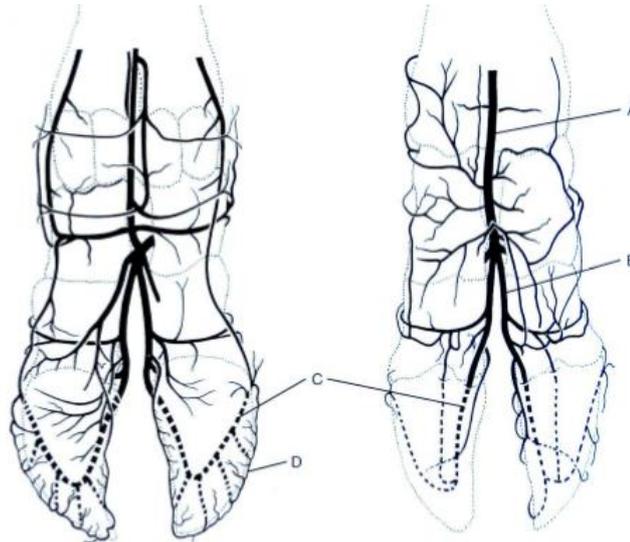
### Arterias y venas

El suministro sanguíneo del miembro torácico proviene sobre todo de la arteria mediana que es la continuación de la arteria braquial y esta de la arteria axilar. A lo largo de su trayecto la arteria mediana emite una serie de ramas que se comunican por anastomosis y aseguran la vascularización de toda la extremidad principalmente a partir del carpo. La arteria mediana acompaña al tendón del flexor digital profundo a través del canal carpiano, al llegar al metacarpo corre conjuntamente con una vena satélite y el nervio mediano y continuar medial a los tendones flexores cubierta por una gruesa fascia. A partir de la articulación metacarpo-falángica la arteria mediana se sitúa más superficialmente pasando a llamarse arteria digital común palmar III, en el espacio interdigital esta arteria emite ramas para las úngulas y forma una anastomosis llamada arteria interdigital con la arteria digital común dorsal III que desciende por el surco longitudinal dorsal del hueso metacarpiano. Luego la arteria digital común palmar se divide en las dos arterias digitales palmares axiales y cada una de éstas pasa distalmente hacia la falange distal penetrando por el foramen situado junto a la apófisis extensora. Las arterias digitales palmares de la cara abaxial que tienen su origen en la arteria radial, penetran en la falange distal en los extremos palmares de su superficie abaxial (figura 16). Dentro de la falange distal las arterias digitales palmares axiales y abaxiales se anastomosan para así formar el arco terminal del que se desprenden numerosas ramas a la dermis (figura17) (Romão, 2006, Dyce y col., 2012).

El sistema venoso a nivel del miembro torácico se divide en superficial y profundo, los cuales son casi independientes presentando anastomosis a nivel del codo, arriba del carpo y en la mano. Finalmente se unen en uno solo cuando la vena cefálica desemboca en la vena yugular externa. El sistema venoso profundo, satélite del sistema arterial comprende las venas mediana, braquial, axilar, y el sistema venoso superficial formado principalmente a nivel distal por la confluencia de las venas cefálica originada de la vena radial en el aspecto medial del carpo, y la vena cefálica accesoria que corre en el aspecto medio-dorsal del carpo y metacarpo recibiendo sangre de la vena digital común dorsal III (Romão, 2006, Dyce y col., 2012).



**Figura 16:** Principales arterias del miembro torácico del bovino, vista medial. 1) a. braquial; 2) a. transversa del codo; 3) a. ante braquial profunda; 4) a. ulnar colateral; 5) a. interósea común; 6) a. interósea recurrente; 7) a. interósea craneal; 8) a. mediana; 9) a. radial; 10) a. interósea caudal; 11) red dorsal del carpo; 12) rama perforante proximal; 13) arco palmar superficial; 14) arco palmar profundo; 15) a. metacarpiana palmar II; 16) a. metacarpiana palmar III ; 17) a. metacarpiana palmar IV; 18) rama palmar de a. interósea caudal; 19) a. metacarpiana dorsal III; 20) rama perforante distal; 21) a. digital palmar común II; 22) a. digital palmar común IV; 23) a. digital palmar común III; 24) a. digital palmar propia medial III; 25) a digital palmar propia lateral III; 26) a digital palmar propia medial IV; 27) a digital palmar propia lateral IV; 28) a. digital dorsal común III; 29) a. interdigital; 30) rama de la almohadilla digital. Fuente: Romão, 2006, Adaptado de Popesko, 1998.



**Figura 17:** Representación esquemática de la circulación arterial de la zona digital del bovino. Notar la distribución del arco terminal (c) en el interior de la falange distal. Fuente: Romão, 2006, Adaptado de Greenough, 1997.

## Nervios

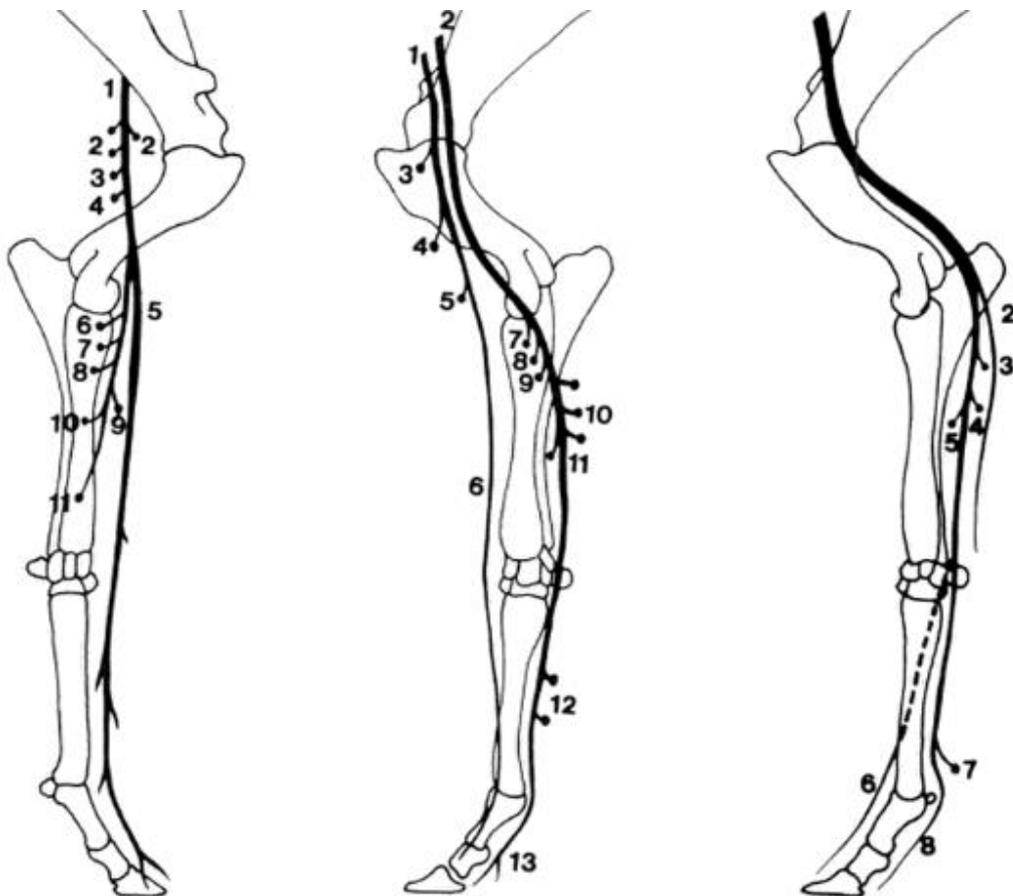
La inervación del miembro torácico proviene del plexo braquial, que está formado por los tres últimos nervios cervicales y los dos primeros torácicos (C6 a T2). De todos los nervios del plexo, los responsables de la inervación de la porción distal del miembro son los nervios mediano, ulnar y radial (figura 18) (Romão, 2006).

El nervio mediano cruza profundamente al músculo pronador y continúa en el antebrazo profundamente al músculo flexor carpo-radial acompañado por la arteria y vena mediana, corre distalmente por el canal carpiano y llega a la región metacarpiana. En su recorrido inerva los músculos flexor radial del carpo, flexor digital superficial y porción medial del flexor digital profundo. Este nervio corre por la cara palmar del miembro, medialmente a los tendones de los músculos flexores, al llegar a la mitad del metacarpo se divide en dos ramas medial y lateral, la rama medial llamada nervio digital palmar abaxial, corre distalmente e inerva la porción medial del tercer dedo y segundo rudimentario. La rama lateral llamada nervio interdigital palmar común también se divide en dos y se originan de ese modo las ramas axiales de cada lado (Gloobe, 1989, Dyce y col., 2012).

El nervio ulnar a nivel del codo se encuentra superficialmente, pasa entre el músculo flexor ulnar del carpo al que inerva, sigue profundamente dando ramas a la porción lateral de los músculos flexores superficial y profundo. Proximal al carpo el nervio ulnar se divide en dos ramas, una dorsal que pasa dorsalmente al carpo superficialmente al retináculo extensor, desciende por el metacarpo y llega a inervar la cara dorso-lateral del cuarto dedo. La otra rama palmar recibe una rama comunicante del nervio mediano y desciende por la cara palmar del metacarpo e inerva cutáneamente el lado palmar lateral del cuarto dedo. De modo que la mitad

del cuarto dedo tanto dorsal como ventral esta inervado por el nervio ulnar (Gloobe, 1989, Romão, 2006).

El nervio radial tiene un recorrido craneal a nivel del antebrazo para inervar los músculos extensor radial del carpo, extensor digital común, ulnar lateral, y extensor oblicuo del carpo. Se relaciona distalmente con la vena cefálica accesoria. En la cara dorsal del metacarpo el nervio superficial se encuentra medialmente al tendón del músculo extensor digital medial, para luego dividirse en ramas lateral y medial. La rama media llamada nervio digital dorsal abaxial inerva sensitivamente la porción dorso-medial del tercer dedo. La otra rama se denomina nervio interdigital dorsal común que se divide en dos al lado axial del tercer y cuarto dedo. El nervio radial es la única inervación a los extensores de todas las articulaciones distales al hombro, por lo que una lesión en su porción proximal es una consecuencia grave (Gloobe, 1989, Dyce y col., 2012).



**Figura 18:** Distribución de los nervios radial, mediano y ulnar. De izquierda a derecha. Fuente: Gloobe, 1989.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Mejorar la expectativa de sobrevida y bienestar de un bovino neonato (ternero) fracturado, como forma de poner en práctica las habilidades adquiridas durante la carrera de veterinaria.

### **Objetivos específicos**

- a) Evaluar la mejora en la calidad de vida del paciente luego de la intervención quirúrgica.
- b) Evaluar la respuesta clínica al tratamiento instaurado y la aparición de efectos adversos.
- c) Evaluar la evolución radiográfica de las estructuras óseas afectadas.
- d) Realizar el seguimiento del caso durante el período postoperatorio

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del Caso Clínico

El día 29 de setiembre 2016 (considerado el día 0 del presente trabajo) en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto (EEFAS), UdelaR, se realizó el examen clínico y posteriormente se intervino quirúrgicamente a un bovino, hembra, raza Hereford, de 12 días de edad, con un peso corporal de 43 kilogramos. El motivo de consulta fue por una fractura de metacarpo siendo previamente diagnosticada y tratada con un vendaje y férula que abarcaba desde la pezuña hasta el carpo (figura 19).



**Figura 19:** Ternera al día 0; A) vista frontal, B) vista lateral.

## **Anamnesis**

La ternera provino del rodeo de cría de la estación experimental, de raza Hereford que está a campo natural, nacida el día 17 de setiembre de 2016, producto de un parto distócico, con extracción forzada, como se pudo constatar con el personal de campo. Desde ese momento se la llevó al tambo de la estación experimental donde se le administró calostro y quedó a cargo del personal del tambo. Se le realizó un vendaje compresivo, el cual no se lo removió desde entonces, hasta el día 29 de setiembre en el cual llegamos a la estación y se realizó la cirugía

## **Examen clínico**

### Examen objetivo general

A continuación, se presentan los principales puntos de exploración realizados y los resultados obtenidos.

- Desarrollo y conformación esquelética: con los miembros torácicos (anteriores) deformados: varus y corvo a nivel de carpo izquierdo y valgo y corvo a nivel de carpo derecho.
- Estado de nutrición: bueno.
- Tono y trofismo muscular: bueno.
- Sensorio: normal acorde a la especie y edad.
- Actitudes y Movimientos anómalos: caminaba con dificultad como consecuencia de la fractura y la deformación de los miembros torácicos.
- Piel y tejido subcutáneo: bien, excepto la solución de continuidad en la región del metacarpo derecho, buen estado de hidratación.
- Mucosas aparentes: rosa pálido.
- Nódulos linfáticos: sin particularidades.
- Temperatura rectal: 39,1 °C.
- Frecuencia cardíaca: 98 lpm.
- Frecuencia respiratoria: 18 rpm.
- Grandes funciones orgánicas: se alimentaba, orinaba y defecaba normalmente.

En base a estas observaciones se procedió a realizar el examen objetivo particular del aparato locomotor.

### Examen objetivo particular del aparato locomotor

A la inspección se observó al animal con ambos miembros anteriores en semiflexión (varus y corvo). En el miembro anterior derecho (al retirar el vendaje) se observó una solución de continuidad sobre la cara dorsal del extremo distal del metacarpo, con una extensión de 7 centímetros, presentaba olor fétido y se observaba claramente el metacarpo fracturado en su totalidad. El diagnóstico presuntivo fue de fractura metafisaria distal de metacarpo Salter-Harris tipo 1.

La deformación en ambos miembros anteriores era consecuencia de la retracción de los tendones flexores teniendo como consecuencia la imposibilidad para extender los miembros. Esto se debía a la evolución de 12 días desde la lesión inicial del miembro anterior derecho, lo que provocó la falta de apoyo de los miembros con la consecuente retracción. Todo esto llevaba al animal a presentar una marcada dificultad para desplazarse. En los miembros posteriores no se evidenció alteración en ninguna articulación ni a nivel muscular.

Al momento de la evaluación clínica la paciente no estaba recibiendo medicamentos como analgésicos y/o anti-inflamatorios que pudiera enmascarar los signos clínicos. A partir de estos hallazgos se solicitaron radiografías del miembro anterior derecho.

### Examen paraclínico radiográfico

El diagnóstico definitivo fue realizado por radiografías en proyecciones dorso/palmar y latero/medial. La paciente se posicionó en decúbito lateral derecho, con el miembro anterior derecho extendido (figura 20 y 21). Para realizar este procedimiento y obtener una calidad satisfactoria de imagen, previamente se realizó la sedación con acepromacina 0,05 mg/kg (i/v) (holliday), ketamina 0,1 mg/kg (i/v) (chemie), diacepán 1,0 mg/kg (i/v) (richmond).



**Figura 20:** Posicionamiento radiográfico para evaluación de metacarpo.



**Figura 21:** Rayos X región metacarpo-falangiana Miembro Anterior Derecho.

Luego de realizada la radiografía pre-operatoria (figura 21) se procedió a la intervención quirúrgica, con el fin de unir los cabos fructuarios por medio de fijación esquelética externa.

## Intervención quirúrgica – fijación externa

### Materiales:

- Fármacos: acepromacina 0,05 mg/kg (i/v) (holliday), ketamina 0,1 mg/kg (i/v) (chemie), diacepam 2,0 mg/kg (i/v) (richmond), lidocaína 2 % (virbac)
- Clavos de Steinmann de 2,5 mm de diámetro
- Adhesivo en masa Epoxi
- Taladro Eléctrico de velocidad variable 0 a 2800 rpm
- Instrumental de cirugía general
- Campos quirúrgicos
- Maquinitas de afeitar
- Cloruro de benzalconio
- Yodopovidona
- Algodón
- Jeringas de 5 cc con agujas

El animal se colocó en decúbito lateral derecho, con el MAD extendido. Luego se realizó la tricotomía, embrocación de la zona con aplicaciones alternas de cloruro de benzalconio y yodopovidona para la posterior colocación de campos quirúrgicos.

Una vez que la región metacarpiana estaba en posición se procedió a la colocación de los clavos de Steinmann, uno a uno ingresando desde medial y saliendo lateralmente teniendo en cuenta el eje longitudinal del metacarpo. Se colocó un total de cuatro clavos en el metacarpo, dos proximales a la línea de fractura, y dos distales.

Un quinto clavo se decidió colocar en la falange proximal (primera) para darle mayor firmeza y estabilidad a los demás, con el consecuente inconveniente de que inmovilizaría la articulación metacarpo falangiana por cierto tiempo (figura 22).



**Figura 22:** *Región metacarpiana con clavos percutáneos.*

Además, se procedió a la incisión de la fascia y de las aponeurosis a nivel del tercio distal del antebrazo (por la cara caudomedial). El objetivo de esta incisión fue liberar los tendones de los vientres musculares (figura 23). Se practicó sobre los músculos flexores radial del carpo, flexor ulnar del carpo y flexor digital superficial.



**Figura 23:** *Incisión de la fascia y de las aponeurosis, tercio distal del antebrazo.*

Una vez terminada la intervención quirúrgica se realizó nuevamente el control radiográfico (figuras 24 y 25).



**Figura 24:** Posicionamiento del paciente para Rayos X.



**Figura 25:** Rayos X día 0 luego de la intervención y fijación esquelética externa.

## Manejo Postoperatorio

Inmediatamente de realizada la intervención, se le administró antibiótico bencilpenicilina procaínica 200.000 U.I. – dihidroestreptomicina sulfato equivalente (fatro) 250 mg/ ml a dosis de 4 ml/24 horas I/M, conjuntamente con dipirona (microsules) (500 mg/ml) en dosis de 3 ml /12 horas I/M como analgésico.

A las 24 hs se le administró tilmicosina (calier) como antibiótico a dosis de 10 mg/kg y dipirona a la misma dosis.

Pasadas 72 hs de la cirugía se comenzó con la terapia antibiótica cada 24 hs durante 10 días con amoxicilina 15 mg/kg y gentamicina 4 mg/kg (hipra) y como droga analgésica dipirona a la misma dosis.

Diariamente en la mañana y tarde se le realizó lavados y duchas de agua fría por aproximadamente 15 minutos con el fin de reducir la inflamación a nivel de la herida y provocar el arrastre de detritos que se acumulaban. Luego de esto se le aplicaba tópicamente en aerosol sulfadiazina de plata, cipermetrina, aluminio (konig) como antiinfeccioso, repelente y cicatrizante.

Diariamente se tomó durante los 10 primeros días la temperatura corporal del animal y frecuencia cardiaca como parámetros clínicos.

Pasados siete días de la operación, se decidió retirar el clavo que estaba en la falange proximal (figura 26), para así devolverle movilidad a la articulación metacarpo falangiana, también se le comenzó a administrar a partir del séptimo día diclofenac sódico (ripoll), como antiinflamatorio y analgésico.



**Figura 26:** Retirada del clavo de la falange proximal.

A partir de la retirada del clavo que estaba en la falange, pasado dos días, se notó que la fijación externa perdía estabilidad, y comenzaba a flexionarse la articulación metacarpo falangiana y con ello parte del cabo distal del metacarpiano fracturado.

Se decidió colocar una férula con un vendaje provisorio, con los elementos que teníamos en la estación experimental, ya que, al ser sábado, no teníamos acceso a una veterinaria. Se utilizaron como materiales, algodón, plastiducto de 2 pulgadas cortado longitudinalmente para mantener el miembro extendido, y recto. Ya que se estaba desviando hacia lateral y flexionando, lo que provocaba que no se unieran bien los cabos fractuarios.

Se fijó firmemente el miembro a la férula (plastiducto) con vendas elásticas auto-adherentes ("Vetrap", figura 27).



**Figura 27:** Miembro con férula y vendas elásticas.

Luego del día 10 posoperatorio se modificó el tratamiento médico comenzando a administrarle 20000 UI/kg penicilina g procainica y g benzatinica (fatro).

Pasados 17 días desde la primera intervención donde se realizó la colocación de los clavos, se decidió retirarlos ya que su fijación externa estaba provocando lesiones a nivel de piel, por el poco espacio y el mismo crecimiento del animal. La estabilidad de la fractura era relativamente buena, con un leve desvío hacia lateral de las falanges, por lo tanto, se siguió con la utilización de vendas elásticas auto-adherentes (Vetrap). Al cesar el apoyo en el miembro anterior derecho por el mismo dolor al cabo de pocos días se notó que se retrajo todo el aparato de sustentación, tanto tendones flexores como ligamento suspensor del nudo, por lo que para evitar que comenzara un círculo vicioso de cese de apoyo y retracción, se realizó una nueva intervención quirúrgica el día 20 de octubre.

## **Intervención quirúrgica – Tenotomía del tendón del músculo interóseo III (ligamento suspensor del nudo)**

### *Materiales*

- Fármacos: acepromacina 0,05 mg/kg (i/v) (holliday), ketamina 0,1 mg/kg (i/v) (chemie), diacepam 2,0 mg/kg (i/v) (richmond), lidocaína 2 % (virbac)
- Instrumental de cirugía general
- Campos quirúrgicos
- Maquinillas de afeitar
- Cloruro de benzalconio
- Yodopovidona
- Algodón
- Jeringas de 5 cc y agujas
- Hilo de sutura absorbible y monofilamento
- Algodón

### *Procedimientos quirúrgicos y evolución*

Primeramente, se le administro 2 cc de ketamina (i/v), 0,5 cc de diacepam, luego con el animal sedado, se le realizo un control radiográfico para posteriormente realizar la tenotomía.

La cara palmar del metacarpo se preparó para operación aséptica y se practicó una incisión en piel y tejido subcutáneo en la parte proximal de la cara medial.

Seguidamente se identificó mediante disección el tendón interóseo III y se incidió transversalmente liberando a la articulación metacarpo-falangiana (nudo).

Para realizar esta maniobra se identificaron y disecaron la arteria, vena y nervio digital palmar común III (palmar medial).

Durante el período posoperatorio, se realizó diariamente recambio de vendas elásticas auto-adherentes (Vetrap), lavado y desinfección de la herida, conjuntamente con administración cada 12 horas de analgesia (dipirona) y antibioticoterapia a base de 20000 UI/kg penicilina g procainica y g benzatinica (fatro) cada 48 hs.

Pasados 29 días de la primera intervención, 9 días desde la última en la que se realizó la tenotomía del tendón interóseo II y 12 días desde que se habían retirado los fijadores externos (clavos), se comprobó que no apoyaba el miembro, debido al dolor que la movilidad de la fractura provocaba. A su vez el vendaje no le proveía de

la firmeza necesaria para la formación de un callo óseo, evaluando esta situación en la cual no se veía progreso ninguno, se tomó la decisión de ponerle nuevamente fijación externa por medio de clavos Steinmann, el día 30.

El procedimiento quirúrgico fue el mismo que la primera vez, a excepción de la anestesia debido al tamaño del paciente, esta vez se utilizó xilacina 2 % (virbac) a dosis de 0,2 mg/kg y ketamina 0,1 mg/kg.

Posteriormente a la intervención se le realizó un control radiográfico (figura 28).

Al día siguiente a la operación se observó una notable mejoría, ya que el paciente paso de no apoyar el miembro con el vendaje, a apoyarlo totalmente luego de la operación, dándole utilidad al miembro.

Los tres días posteriores a la operación se le administró dipirona cada 12 horas.

Conjuntamente se realizó el cuidado de la herida diariamente, con duchas de agua fría para reducir la inflamación en todo el miembro y antiséptico local.



**Figura 28:** Rayos X día 30, luego de la segunda fijación por clavos.

El día 11 de noviembre (día 43) se decidió juntar al paciente con los demás animales de su especie y misma categoría, para estimularla a caminar y promover sus movimientos.

El 5 de diciembre (día 65), pasados 35 días de la última operación se decidió retirar el fijador externo de la fractura.

En el transcurso del post operatorio se observó la presencia de una secreción purulenta a nivel del epicóndilo lateral del metacarpo. Se presumió estar frente a una complicación producto de una infección articular (artritis séptica).

El animal dejó de apoyar y descargar peso sobre el miembro afectado.

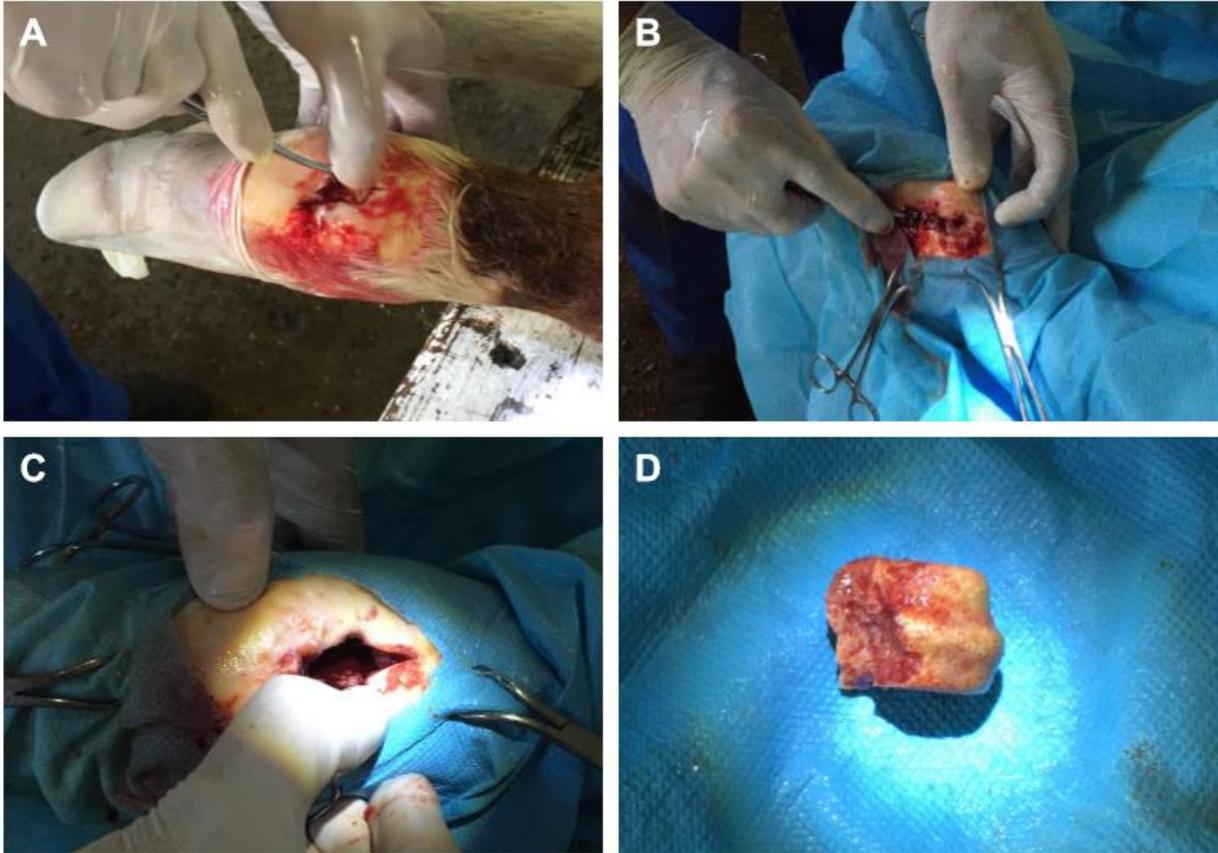
Por tal motivo fue tratada nuevamente con el antibiótico bactericida bencilpenicilina procaínica 200.000 U.I. + dihidroestreptomicina sulfato equivalente (fatro) 250 mg/ ml a dosis de 5 ml/24 horas I/M durante 10 días, lo cual no dio resultados favorables.

El 15 de febrero de 2017 se resolvió realizar un lavado articular y control radiográfico bajo la sospecha de estar frente a una artritis séptica crónica (figura 29).

No obstante, al abordar la piel y tejido subcutáneo se descubre un secuestro óseo a nivel del cóndilo lateral, este se habría separado del metacarpo quedando sin irrigación y muriendo pasando a ser un cuerpo extraño (figura 30).



**Figura 29:** A) Aspecto exterior del miembro con el secuestro óseo (preoperatorio). B) posicionamiento para Rayos X prequirúrgico (15/02/17).



**Figura 30:** A) Preparación para operación del secuestro óseo. B) Abordaje del secuestro óseo. C) Espacio que ocupaba el secuestro óseo. D) Secuestro óseo.

Luego de extirpado el fragmento óseo (secuestro), se dejó una mecha de gasa embebida en iodopovidona en la cavidad que quedó (figura 31).



**Figura 31:** Post operatorio inmediato, gasa con iodopovidona (mecha).

Según se constató en los estudios radiográficos el secuestro óseo fue removido completamente (figuras 32 y 33).



**Figura 32:** Rayos X pre operatorio, se observa en el miembro torácico derecho el secuestro óseo ubicado lateralmente y el miembro izquierdo (sano).

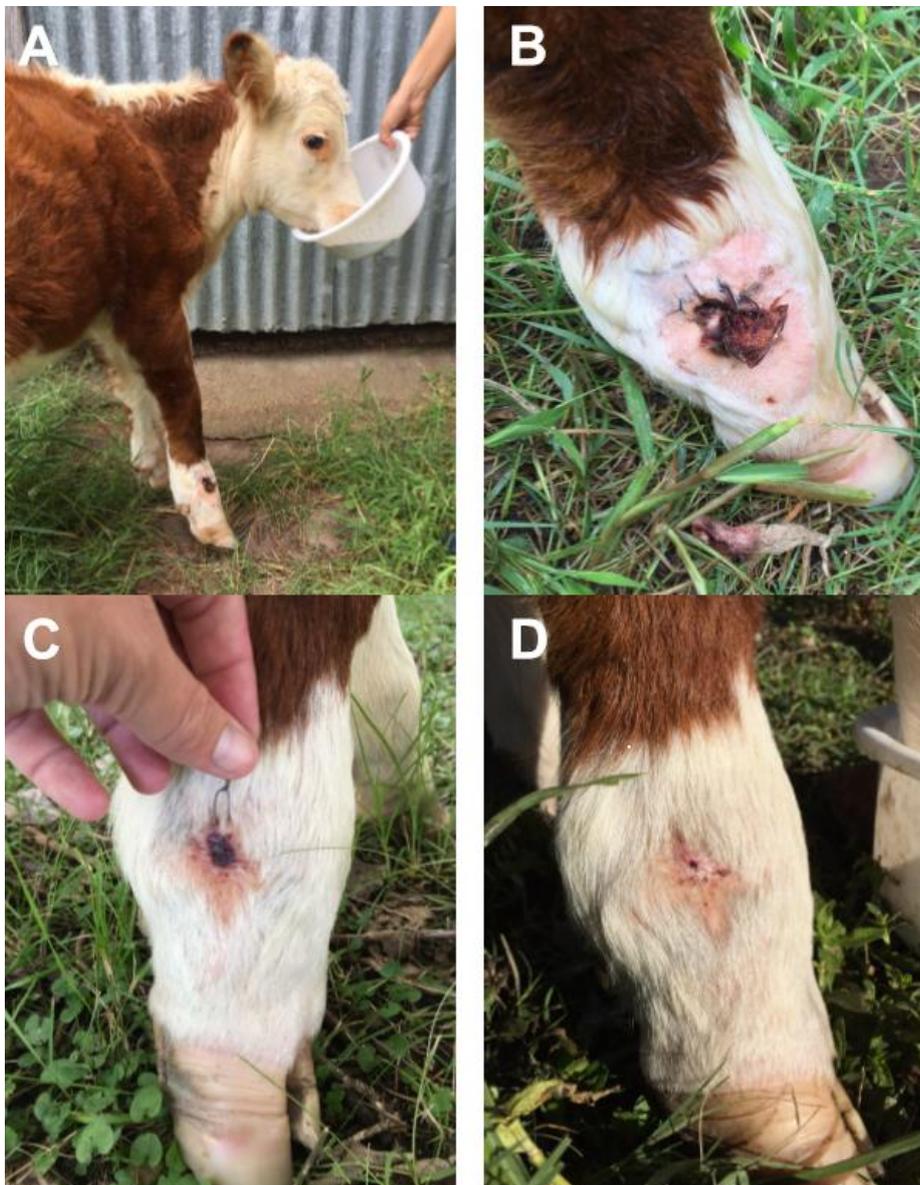


**Figura 33:** Rayos X post operatorio, se observa la ausencia del secuestro óseo.

### Tratamiento postoperatorio

Como tratamiento post operatorio se le administro flunixin meglumine 2,2 mg/kg (ripoll), doramectina 2 cc al 1% (pfizer), bencilpenicilina procaínica 200.000 U.I. + dihidroestreptomicina sulfato equivalente (fatro) 250 mg/ml a dosis de 5 ml/24 horas I/M, luego de dos días se retiró la mecha de gasa y se observó una mejora en sus movimientos. Ya no adelantaba tanto el miembro y lo ubicaba en una posición más hacia medial debajo del tronco del cuerpo (figura 34).

Se continuó con el tratamiento antibiótico durante los diez días siguientes y tratamiento tópico con cipermetrina (konig) para evitar la miasis. El exudado que drenaba por el orificio paso de ser purulento previo a la operación a ser seroso y desaparecer luego de una semana (figura 34). Se la juntó con los animales de su misma especie y categoría.



**Figura 34:** A) Día 13 del postoperatorio por secuestro óseo. B) Aspecto de la herida al día 13 del postoperatorio. C) Aspecto de la herida al día 23 del postoperatorio. D) Aspecto de la herida al día 30 del postoperatorio.

El día 20 de marzo se le da el ALTA MÉDICA a la paciente y se la integró al rodeo (figuras 35 y 36).



**Figura 35:** Paciente con ALTA MÉDICA.



**Figura 36:** Paciente reintegrado al rodeo. Obsérvese el apoyo casi normal del miembro torácico (anterior) derecho.

## DISCUSIÓN

Las fracturas metacarpianas en neonatos son las más comunes como resultado de partos distócicos en los que se utiliza la extracción forzada para resolverlo y este caso no fue la excepción. Según Anderson y St. Jean (2008) representan el 50% de las fracturas en esta categoría. Influyen en esta casuística la falta de conocimiento o de sentido común por parte del personal en estas maniobras, pudiendo llegar a provocar fracturas por compresión con cuerdas de un diámetro demasiado fino, como ocurrió con este paciente. Una falla en la utilización de los elementos para llevar a cabo una extracción forzada, ya se sogas o cadenas, o por un exceso en la fuerza utilizada son los causales de estas fracturas (Rutter, 2010).

Los animales jóvenes con fracturas metafisarias y un periostio activo con abundancia de hueso esponjoso, curan rápidamente (Johnson y col., 2005). No obstante, no sucedió así con este paciente debido a las complicaciones postoperatorias. El método seleccionado para su tratamiento fue la fijación esquelética externa con clavos de Steinmann (2 a proximal de la fractura, 2 a distal y uno en las falanges proximales) y resina epoxi en dos oportunidades. En la primera operación se colocó la resina epoxi próximo a la piel, sin tener en cuenta el proceso inflamatorio y la reacción del periostio, lo que posteriormente causó una leve lesión de piel por el contacto con la resina epoxi. Como consecuencia de esto hubo que retirar los clavos (fijación externa) prematuramente a los 17 días, de no ser haber sido así, tal vez, solamente con esa operación se hubiese solucionado el problema. En esta primera operación se tuvo en cuenta que los fijadores y barras deben mantenerse lo más cerca posible del hueso para obtener un máximo de estabilidad sin presionar la piel a 0,5 a 1 cm (Arias y col., 2011). Pero así pueden ocurrir problemas por la presencia del fijador durante el período de crecimiento del animal (Wheeler y col., 2004)

El clavo que se colocó en la falange proximal proporcionaba gran estabilidad a la fractura metacarpiana, pero por temor a una anquilosis a nivel de la articulación metacarpo falangiana, se decidió retirarlo al día 7, lo que derivó en la pérdida de la estabilidad y alineación de la fractura (Ver radiografías de control post operatorias en la primer y tercer operación). Al perderse la línea de aplomo, el peso hizo que se fuese desviando más hacia lateral y consolidando el hueso de esa forma.

Luego de retirar el fijador externo, se trató de darle (por pocos días) estabilidad a la fractura con una férula plástica y vendajes auto adherentes (Vetrap), pero no se logró el cometido, por resultar difícil una correcta aplicación y cuidados sin lesionar al animal, por tratarse de un animal joven con mucha inquietud. El vendaje se utiliza generalmente para la inmovilización a corto plazo y debido a la cantidad de algodón, puede absorber grandes cantidades de agua y provocar una lesión en la piel o la contaminación de incisiones quirúrgicas (Piermattei y col., 2006).

La retracción de los tendones flexores y la deformación angular de los miembros se resolvieron rápidamente después de la primera operación con la incisión de la fascia y aponeurosis a nivel del tercio distal del antebrazo al liberar los tendones de los vientres musculares. Mientras los miembros eran funcionales no se presentaron problemas; pero al haber dolor en la región los miembros dejaban de ser usados provocando la retracción de las masas flexoras nuevamente, debido crecimiento del paciente por ser un neonato. El dolor como resultado de diversas enfermedades, como ser heridas o infecciones en el miembro, llevan a la sustracción del apoyo dando como consecuencia una deformación flexural (Stashak, 2004).

Los cuidados post operatorios fueron fundamentales en la recuperación donde se tuvo que ir corrigiendo día a día, tanto la terapia antiinflamatoria, antibiótica, analgesia, así como el cuidado de la herida. Se observó un buen resultado con las duchas de agua fría diariamente favoreciendo la desinflamación y también para cumplir la función de limpieza.

En la segunda ocasión que se colocó fijación externa no hubo inconvenientes, ya que se tenían los recaudos de la fijación anterior. Se colocaron 5 clavos, con uno de ellos en la falange proximal (al igual que la vez anterior), pero no se logró la correcta alineación del miembro como en la primera fijación. No obstante, la estabilidad fue adecuada propiciando la correcta consolidación del cayo óseo manteniéndose el fijador externo durante 30 días.

Las complicaciones post operatorias fueron la infección a nivel articular y el secuestro óseo del cóndilo lateral, que se resolvieron rápidamente con antibioticoterapia, lavado articular y extracción del secuestro. Esto concuerda con Aybar (2012), de que las fracturas abiertas poseen mayor riesgo de infección tanto por la contaminación externa como por el excesivo manipuleo quirúrgico. La formación del secuestro óseo es un hallazgo fortuito ya que no es común en fracturas simples pero sí en las fracturas abiertas conminutas que pueden llevar a la formación de un secuestro óseo. Esto se debe a que una porción de tejido óseo se desvitaliza y se separa del hueso normal por un proceso de necrosis como resultado de la combinación de contaminación e infección bacteriana con isquemia cortical (Guffy, 1968).

Retrospectivamente, se observa que se necesitaron 6 meses de cuidados veterinarios y 4 intervenciones quirúrgicas para lograr que la ternera pudiera caminar normalmente. Sin duda que no es rentable en una empresa agropecuaria de cría de ganado general. No obstante, sería aplicable para los casos de animales de alto valor genético. En este caso de tesis, por tratarse de una estación experimental de la Universidad de la República, el beneficio se explica en la posibilidad de aplicar conocimientos y destrezas adquiridas durante el estudio de la carrera de Veterinaria (anatomía, fisiología, cirugía, patología).

## CONCLUSIONES

Luego de culminado este trabajo de tesis se concluye que:

- Se cumplió con los objetivos planteados, mejorando el bienestar del paciente (ternera) y su calidad de vida poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- La fractura de metacarpo se resolvió favorablemente con la utilización de fijación externa aunque ocurrieron varias complicaciones que pudieron ser subsanadas.
- Se pudo realizar el seguimiento del caso hasta su curación final demostrando la viabilidad de este tipo de procedimientos en animales de producción.
- Se incorporaron nuevos conocimientos y experiencias en la formación profesional del educando.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Adams SB, Santschi EM (2000). Management of Congenital and Acquired Flexural Limb Deformities. AAEP Proceedings 46<sup>a</sup> 117-125. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2000/117.pdf?q=deform> Fecha de consulta: 15/11/2016.
- 2- Adams SB (2006). Update on flexural limb deformities. NAVC Proceedings. 3p. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2006/LA/026.asp?LA=1> Fecha de consulta: 15/11/2016.
- 3- Anderson DE, St Jean G (2008). Management of fractures in field settings. Veterinary Clinics of North American. Food Animal Practice 24(3):567-582.
- 4- Arias CL, Ramírez FG, Santoscoy MC (2011). Fijación externa esquelética. 92-172. Disponible en: <http://www.norvet.com.mx/congreso2011/Fijacion%2520Externa%2520Esquelética.pdf> Fecha de consulta: 23/11/2016.
- 5- Arieta RJ, Fernández JA (2011). Contractura a nivel de tendones en extremidades anteriores de un becerro informe de un caso clínico. Revista electrónica de veterinaria 12:4 p. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Fecha de consulta: 20/12/2016.
- 6- Arthur GH, Noakes DE, Pearson H (1991). Reproducción y Obstetricia en Veterinaria. 6<sup>a</sup> Ed. Madrid, Interamericana Mc Graw – Hill. 702 p.
- 7- Aybar MA (2012). Complicaciones de las Fracturas. Retardo de consolidación y pseudoartrosis, tratamiento ortopédico y quirúrgico: uso de fijación externa. 87-98. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-doc/clase08.pdf> Fecha de consulta: 18/11/2016.
- 8- Benesch F (1965). Tratado de Obstetricia y ginecología veterinarias. Barcelona, Labor, 853 p.
- 9- Blanc, JE., Gil, J. (1998). Signos prodrómicos del parto en hembras Holando, Veterinaria (Montevideo) 34(138):15-21.
- 10-Campero C (1998). Pérdidas perinatales y neonatales en terneros de rodeo de cría. Therios 27:130-148.
- 11-Campbell ME, Fubini SL (1990). Indications and Surgical Approaches for Cesarean Section in Cattle. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian 12(3):285-290.

- 12-Carmichel S (1999). Fracturas en animales de esqueleto inmaduro. En: Coughlan, AR, Miller A: Manual de reparación y tratamiento de fracturas en pequeños animales. Madrid, Harcourt, p.147-159.
- 13-De León F, Pirez PA (2012). Estudio de las distocias y mortalidad al parto en el ganado lechero uruguayo. Tesis de grado Facultad de Veterinaria, Udelar, 51 p.
- 14-Dyce, M, Sack W, Wensing CJG (2012). Anatomía Veterinaria, 4ª ed. Mexico, Manual Moderno, 833 p.
- 15-Ebert J (1990). La obstetricia en la ganadería moderna. *Cabia* 19:28- 36.
- 16-Frazer GS, Perkins NR (1995). Cesarean Section. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* 11(1):19-35.
- 17-Fubini, S.L; Ducharme, N.G (ed) (2005) *Cirugía en Animales de Granja*, Buenos Aires, Inter-Medica, 622 p.
- 18-García JM, Campero CM, Melucci OG, Chayer R (1999). Pérdidas por partos distócicos en vaquillonas de carne con servicio de 15/18 meses. *Therios* 28:172-182.
- 19-Gloobe H (1989). *Anatomía aplicada del bovino*. San Jose de Costa Rica. IICA, 226 p.
- 20-Grunert E, Ebert JJ (1990). *Obstetricia del bovino*. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 235 p.
- 21-Guffy MM (1968). Bone sequestrums and non-healing wounds in horses. *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 152:1638-1642.
- 22-Hindson JC (1978). Quantification of obstetric traction. *Veterinary Record* 102:327-332.
- 23-Jakobsen F (2004). Partos Distócicos. Sitio argentino de producción animal. 10 p. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_parto/01-parto\\_distocico.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto/01-parto_distocico.pdf) Fecha de consulta: 27/11/16.
- 24-Johnson AL (2009). *Fundamentos de Cirugía Ortopédica y Manejo de las Fracturas*. Cirugía en Pequeños Animales, 3a Ed. Barcelona. Elsevier, 1610 p.
- 25-Johnson AL, Houlton J, Vannini R (2005). *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. New York. AO Publishing 529 p.
- 26-Kidd JA, Barr ARS (2002). Flexural deformities in foals. *Equine Veterinary Education* 14(6):311-321.

- 27-Lotti MG, Bonetto F (1994). Biología del callo óseo. Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología. 59(5):9-13. Disponible en: [http://www.aaot.org.ar/revista/1993\\_2002/1994/1994\\_5/RevAsocArgentOrtopTraumatol\\_1994\\_59\\_\(Resena\\_5\)\\_009.pdf](http://www.aaot.org.ar/revista/1993_2002/1994/1994_5/RevAsocArgentOrtopTraumatol_1994_59_(Resena_5)_009.pdf) Fecha de consulta: 10/12/16.
- 28-Marsell R, Einhorn TA (2011). The biology of fracture healing. Injury 42(6) 551-555. Disponible en: [http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(11\)00125-2/abstract](http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(11)00125-2/abstract) Fecha de consulta: 15/12/16.
- 29-Matis U (1998). Biological Osteosynthesis: Proceedings Pre-congress Symposium. XXIII Congress of the W.S.A.V.A. Buenos Aires Argentina. October 6, p. 6-11.
- 30-Momont H (2005). Bovine Reproductive Emergencies. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 21(3):717-720.
- 31-Morelli M, Muniz F, (2009). Casuística de causas de distocia, en las cuales fue requerida la asistencia veterinaria principales causas y resoluciones. Tesis de grado Facultad de Veterinaria, Udelar, 56 p.
- 32-Nan MF, Galotta J (2006). Lameness in Ruminants. 14th International Symposium and 6<sup>th</sup> Conference on Uruguay. November 2006. 120-123. Disponible en: <http://www.ivia.org/proceedings/rumlameness/2006/Block7/Monte.pdf?LA=2> Fecha de consulta: 8/01/2017.
- 33-Noakes DE (1997) Fertility and Obstetrics in Cattle. 2<sup>a</sup> ed. Blackwell Science. 146p
- 34-Piermattei DL, Flo GL, DeCamp, CE (2006). Brinker, Piermattei and Flo's Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. 4<sup>a</sup> ed. St. Louis, Elsevier, 832 p.
- 35-Pistani JR (1994). Uso de los fijadores externos en ortopedia y traumatología veterinaria. Revista de la Asociación Argentina Ortopedia y Traumatología 59(5):81-90.
- 36-Reilly LK, Baird AN, Pugh DG (2005). Enfermedades do sistema musculoesquelético. En: Pugh DG. (Ed.), Clínica de Ovinos e Caprinos. São Paulo, Roca , p. 252-286.
- 37-Roberts, S.J (1979) Operaciones Obstétricas cap 9 en Obstetricia Veterinaria y Patología de la Reproducción (Teriogenología), Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1021 p.
- 38-Roberts SJ (1986). Veterinary Obstetrics and genital diseases (Theriogenology). 3<sup>a</sup> Ed, Ithaca, New York. 981 p.

- 39-Romao R (2006). I Curso De Podología Bovina Universidade de Évora, hospital veterinario. 28 p. Disponible en:  
<http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10432/1/Anatomia%20podal%20bovina%20RR%202006.pdf> Fecha de consulta: 5/01/2017.
- 40-Ruggles AJ, McIlwraith W (2008). Management of Angular and Flexural Disorders in Foals. Proceedings of the American Association of Equine Practitioners Focus Meeting. 59-67. Disponible en:  
<http://www.ivis.org/proceedings/aaepfocus/2008/Ruggles.pdf> Fecha de consulta: 22/12/16.
- 41-Rutter B (2010). Neonatología Bovina. 13 p. Disponible en  
[http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_parto/06-Neonatologia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto/06-Neonatologia.pdf) Fecha de consulta: 20/12/2016.
- 42-Salter RB, Harris WR (1963). Injuries involving the epiphyseal plate. Journal of Bone and Joint Surgery. 83(11):1753.
- 43-Santoscoy MEC (2008). Ortopedia Neurología y Rehabilitación en pequeñas especies, capítulo 19 Editorial el Manual Moderno, México. 169-177.  
Disponible en:  
<https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=lzDHCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA169&dq=complicaciones+de+fracturas+veterinaria&ots=3pvIlo4aMX&sig=F69gMBY73ZQjpJ1QvEEIbYX-H-Q#v=onepage&q&f=false> Fecha de consulta: 20/12/16.
- 44-Schuijt G (1990). Iatrogenic fractures of ribs and vertebrae during delivery in perinatally dying calves: 235 cases (1978-1988). Journal of the American Veterinary Medical Association. 197:1196-1201.
- 45-Smidt D, Huth FW, Von Schutzbar W (1977). Ergebnisse mehrjähriger Aufzeichnungen über Geburtsverlauf und Kälberverluste in vier Versuchsbetrieben. Tierzuchter 29:248-252.
- 46-Stashak TS (2004). Adams: Claudicación en el caballo. 5a ed. Bs As. InterMédica, 1248 p.
- 47-St Jean G (1996). Advances in Ruminant Orthopedics. The Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice. 1-303.
- 48-Téllez Reyes (1998). Reducción de fracturas en animales silvestres e indómitos. Revista de ciencias veterinarias 8:153-185. Disponible en:  
<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol8/CVv8c5.pdf> Fecha de consulta: 2/12/2016.
- 49-Turner AS, McIlwraith CW (1988). Técnicas Quirúrgicas en Animales Grandes, Buenos Aires, Hemisferio Sur. 343 p.

- 50-Vatti G (1969). El parto patológico. En: Vatti, G. Ginecología y Obstetricia Veterinaria. 3a ed. México, Hispanoamericana, p. 350-434.
- 51-Vatti G (1993). Manual de obstetricia y ginecología veterinarias. México, Limusa, 3:341-497.
- 52-Walker DF, Vaughan JT (1986). Cirugía urogenital del bovino y del equino. México, CECSA. 308 p.
- 53-Wheeler JT, 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. Ciencia veterinaria. 6(1):50-60. Disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/n06a06wheeler.pdf>  
Fecha de consulta: 25/12/2016.
- 54-Zapiolo A, Echevarria S, Campero CM (2003). Eficiencia reproductiva de segundo servicio en vaquillonas para carne con antecedentes de distocia. Revista Taurus 5:29-33.