

Determinación experimental de las propiedades estructurales y mecánicas en la mitad de la diáfisis del hueso fémur de canino sometido a ensayo de flexión

Experimental determination of the structural and mechanical properties in the middle of the diaphysis of the canine femur bone subjected to a bending test

Pacheco Szlabi, Isabel Yolanda; Fioretti, Rita Cecilia; Moine, Rosana; Varela, Pablo; de Prada, Rodrigo

 **Isabel Yolanda Pacheco Szlabi**
picipb@gmail.com
Universidad Nacional de La Rioja, Argentina

 **Rita Cecilia Fioretti**
Departamento de Anatomía Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

 **Rosana Moine**
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina
Pablo Varela
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina
Rodrigo de Prada
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

Ab intus FAV-UNRC
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina
ISSN-e: 2618-2734
Periodicidad: Semestral
vol. 6, núm. 12, 2023
abintus@ayv.unrc.edu.ar

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/820/8204548009/>

DOI: <https://doi.org/10.2581/zenodo.10392488>

Autor de correspondencia: picipb@gmail.com

Resumen: Las características estructurales de los huesos son influenciadas por la especie, edad y sexo del animal. La determinación experimental de propiedades mecánicas del tejido óseo en caninos es fundamental para la ortopedia y la traumatología. Este trabajo pretende determinar las propiedades mecánicas y estructurales del tejido óseo cortical en huesos fémur de perro, aportando conocimientos integrales y brindando información con finalidad clínico-quirúrgica para la práctica de la Medicina Veterinaria. Se procedió a evaluar la resistencia del tercio medio de la diáfisis de los huesos fémures mediante ensayo de flexión en tres puntos, la cual se relacionó con las variables morfológicas óseas. Además, se realizó la comparación entre la resistencia del tercio medio de la diáfisis del fémur de perros de diferente talla, edad y sexo. Los valores promedio obtenidos fueron: fuerza máxima $0,96 \text{ kN} \pm 0,12$, deformación $5,95 \text{ mm} \pm 1,10$. Los huesos fémur de animales de talla grande presentaron una resistencia significativamente mayor ante la flexión que los de talla chica ($p=0,0124$). Los fémures de perros machos presentaron una mayor resistencia que aquellos provenientes de hembras ($p=0,017$). Al aumentar la edad del animal el hueso tuvo una menor deformación ante la flexión en tres puntos ($p=0,029$). Se concluye que un alto porcentaje (76 %) de la variabilidad de la fuerza máxima, soportada por el hueso antes de la fractura, puede explicarse por los valores de área cortical.

Palabras clave: perro, fémur, prueba de flexión, biomecánica.

Abstract: The structural characteristics of the bones vary according to the animal's species, age and sex. The experimental determination of the mechanical properties of the bone tissue in canines is essential, for orthopedics and traumatology. This work aims at determining the mechanical and structural properties of the cortical bone tissue in the dog's femur bone while providing comprehensive knowledge and contributing clinical-

surgical information for the practice of Veterinary Medicine. The resistance of the femur bones mid-diaphysis was evaluated through a three-point bending test, which was associated with the bones morphological variables. Besides, a comparison was made regarding the resistance of the mid-diaphysis of femurs of dogs of different size, age and sex. The average values achieved were: maximum force $0.96 \text{ kN} \pm 0.12$, deformation $5.95 \text{ mm} \pm 1.10$. The femur bones of large-sized animals presented a significantly greater resistance to bending than those of a smaller size ($p=0.0124$). The femur bones of male dogs presented a greater resistance than those of female dogs ($p=0.017$). When the animal was older, the bone presented less deformation during the three-point bending test ($p=0.029$). It is concluded that a high percentage (76%) of the variability of the maximum force supported by the bone before the fracture can be explained by the cortical area values.

Keywords: dog, femur, bending test, biomechanics.

INTRODUCCIÓN

Las características de los caninos, llevó a que éstos logren una mejor adaptación a vivir junto al hombre. En muchas oportunidades, la relación entre un perro y su dueño puede llegar a ser muy estrecha (Koscinczuk, 2017; Calvo Soler, 2017). Entre la nómina de accidentes más habituales en las mascotas, se encuentran las caídas, los traumatismos, los atropellamientos, etc.; siendo las fracturas de huesos largos las de mayor frecuencia en animales pequeños, y dentro de ellos es la fractura del hueso fémur (*os femoris*) la que lidera esa lista. Las fracturas se ocasionan debido a golpes, fuerzas o tracciones de alta intensidad, o por un sobreesfuerzo que altera la elasticidad de los huesos y afecta el funcionamiento del aparato locomotor (Ocampos, *et al.*, 2011). Beale, (2004), plantea que las fracturas de fémur son comunes en perros y gatos como producto de traumatismos importantes. La mayoría de las fracturas de fémur son cerradas, debido a los grandes músculos que recubren la región del muslo. Los huesos de animales inmaduros presentan corticales relativamente delgadas, variabilidad en la longitud y forma de las diáfisis, factores que afectan la reparación de fracturas (Wheeler, *et al.*, 2002; Natali, *et al.*, 2019; Moine, *et al.*, 2015; Moine, *et al.*, 2020). Fioretti, *et al.*, (2011, 2013 y 2018) han estudiado el fémur y la tibia del perro mediante pruebas de impacto y compresión en la mitad de su diáfisis, destacando que la resistencia del fémur en perros mestizos depende del área cortical y total, además de otras variables como densidad mineral ósea; influidos por la talla, edad y sexo. Los principales factores determinantes de la resistencia ósea a la fractura son la densidad mineral, la geometría y la microarquitectura (Orozco Santos, *et al.*, 2017; Varela, *et al.*, 2019; Varela, *et al.*, 2021). Ellos se relacionan con las fuerzas de atracción y repulsión de los átomos que los conforman, los cuales se encuentran en equilibrio. Si por algún factor externo actúa una fuerza sobre un cuerpo sólido, un hueso en este caso, éstos átomos comienzan a separarse y las fuerzas internas de atracción tenderán a unirlos. Por el contrario, si se aproximan, las fuerzas internas de repulsión tenderán a separarlas con la finalidad de mantener la posición de equilibrio (Pellegrino y Bruzzo Lafratto, 2018). De esta forma, todo cuerpo sobre el que actúe una fuerza

deformante sin sobrepasar el límite elástico, tendrá comportamiento elástico, mientras que aquel que sobrepase el límite elástico sin llegar al módulo de ruptura tendrá un comportamiento plástico (Coll Cárdenas y Olivera, 2018). El hueso es un material quebradizo que, cuando es sometido a presión, sufre muy poca deformación plástica antes de fracturarse (Natali, *et al.*, 2008; Fioretti, *et al.*, 2022). Fioretti, *et al.*, (2018) realizaron análisis de densitometría relacionados con la resistencia del fémur en caninos y expresan que la misma depende del espesor. Natali, *et al.*, (2019), analizaron la morfología y el impacto en la falange proximal de equinos, y concluyen que la energía absorbida en el impacto depende del área cortical.

Actualmente, existe escasa información sobre la respuesta a la fuerza axial del fémur de perro sometido a prueba de flexión en tres puntos y su relación con las propiedades estructurales, en distintos grupos etarios de perros mestizos adultos jóvenes. El ensayo de flexión en tres puntos no presenta dificultades respecto al tamaño de las muestras a emplear y son relativamente fáciles de ejecutar (León, *et al.*, 2016). En el presente trabajo se determinaron propiedades mecánicas y morfológicas del tejido óseo cortical del fémur de perro con el fin de predecir su comportamiento biomecánico. Se evaluaron, además, la influencia de la edad, la talla y el sexo sobre dichas propiedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó utilizando los huesos fémur de perro en condiciones aisladas. Se trabajó con las piezas anatómicas provenientes de 15 animales mestizos adultos jóvenes (cuyas edades oscilaron entre 2 y 10 años). Esto hace un total de 30 fémures analizados (figura 1). El material óseo se dividió en dos grupos: huesos provenientes de perros de talla grande, entre 20 y 30 Kg, (G1) y huesos provenientes de perros de talla chica, entre 10 y 20 Kg, (G2). Se aislaron, por desarticulación coxofemoral y fémorotibiopatelar ambos fémures y se los liberó de sus partes blandas. Los procedimientos citados se llevaron a cabo en conjunto entre la cátedra de Anatomía Veterinaria del Departamento de Anatomía Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC y la Cátedra de Fisiología Animal de la Universidad de La Rioja Sede Regional Chamical. Los huesos se mantuvieron envueltos en gasa humedecida con solución fisiológica y fueron conservados a -20 C° hasta su montaje para el ensayo mecánico, preservando de esta manera las propiedades óseas.

Se determinó el peso de cada hueso con balanza digital SYSTEL-Modelo CLIPSE con características de pesaje entre un mínimo de 0,1 kg y un máximo de 30 kg), y longitud total con regla de 0,02 mm de graduación, la cual se tomó desde el extremo proximal de la cabeza del fémur (*caput ossis femoris*) hasta el extremo distal de la fosa intercondílea (*fosa intercondylaris*). Además, se determinó el diámetro cráneo-caudal y el diámetro latero-medial en la mitad de la diáfisis para ambos huesos con escalímetro digital, Digital Caliper 0-200 mm, (figura 2).



Figura 1

Vista craneal de los fémures derecho e izquierdo de canino.

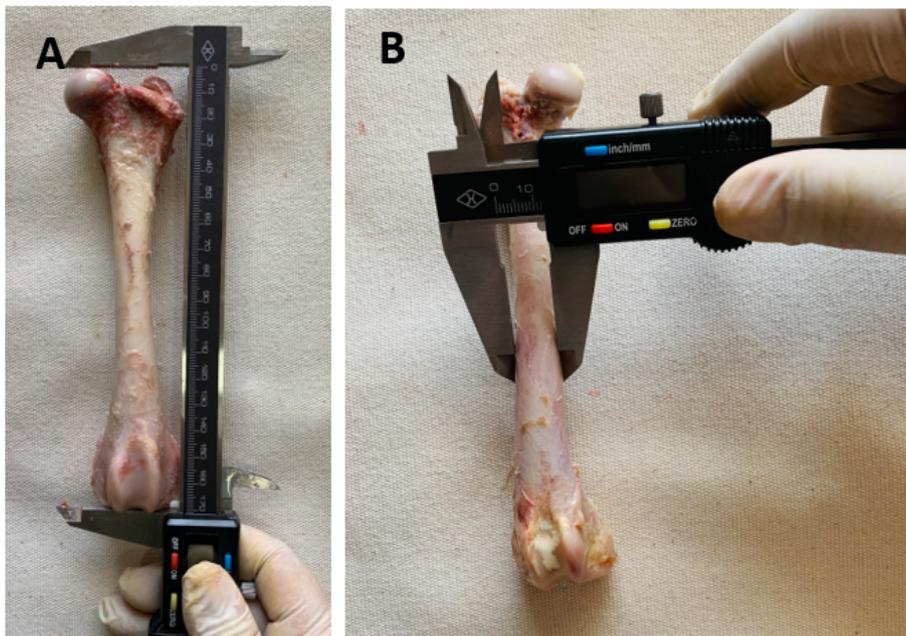


Figura 2

A. Vista craneal del hueso fémur izquierdo del canino con medición de la longitud total del hueso. B. Vista craneal del hueso fémur derecho del canino, con medición del diámetro externo latero- medial del hueso

El fémur del miembro derecho fue osteotomizado transversalmente en la mitad su diáfisis, utilizando una amoladora y disco de corte específico. La elección de lateralidad (derecho o izquierdo) en el hueso osteotomizado sólo responde a la metodología de trabajo. En la superficie de sección se determinó: espesor de la cortical en los cuadrantes (craneal, caudal, lateral y medial), diámetro medular (cráneo-caudal y latero-medial) y se obtuvieron los valores de las áreas de sección total, cortical y medular. El ensayo de flexión, en el fémur izquierdo, consistió en aplicar cargas iguales y opuestas hacia el interior del material (figura

3). Para el test mecánico se utilizó una máquina universal de ensayos estáticos y dinámicos servohidráulica AMSLER 6PZD 1406 la cual proporcionó curvas de fuerza vs. deformación con 16 datos por segundo (8 datos de fuerza y 8 datos de deformación). La maquinaria para la prueba se encuentra en el Laboratorio de Ensayo de Materiales (L.E.M.) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Cada muestra se colocó entre una placa y un dispositivo cilíndrico para realizar la flexión. Los ensayos se estandarizaron con parámetros de Escala de F (carga) en KN (kilogramo Newton); Escala de L (deformación) en mm. y Tiempo en minutos. Las variables en estudio fueron sometidas a análisis estadísticos específicos, descriptivos e inferenciales, utilizando el programa estadístico InfoStat 2018 (Di Rienzo, et al., 2018).



Figura 3

Fémur montado en la Máquina de Ensayo Servohidráulica marca Amsler, modelo 6PZD 1406

RESULTADOS

Las medidas de tendencia central de cada variable tomadas en el hueso fémur se muestran en la tabla 1. Se observa en ella el peso y la longitud del hueso; el

diámetro craneo-caudal y latero-medial del hueso, el espesor de los cuadrantes, el diámetro de la cavidad medular craneo-caudal y latero-medial, las áreas: total, cortical, y de la cavidad medular en la parte media de la diáfisis. Podemos apreciar que los diámetros latero-medial del hueso y de la cavidad medular fueron levemente mayores que el diámetro craneo-caudal, tanto del hueso como de la cavidad medular. El espesor de la cortical del cuadrante lateral en el tercio medio de la diáfisis, fue mayor que el espesor de los otros tres cuadrantes. El área total fue mayor que el área cortical y ésta última a su vez es mayor que la cavidad medular. Los valores de resistencia a la flexión en tres puntos se expresan en kilo Newton (kN) (para la fuerza absorbida).

Tabla 1

Medidas resumen del hueso fémur del canino y datos de resistencia a la prueba de flexión en tres puntos (n=15)

Variable	Media	EE	DE	Mín	Máx
Edad/años	5	0,33	3,04	2,00	10,00
Peso hueso (g)	78,20	5,93	17,09	57,00	104,00
Longitud hueso (cm)	17,22	0,15	1,50	15,00	20,80
Parte media de la diáfisis					
Diámetro total C/C (cm)	1,40	0,04	0,14	1,13	1,57
Diámetro total L/M (cm)	1,42	0,07	0,16	1,22	1,80
Cuadrante craneal (cm)	0,26	0,03	0,06	0,17	0,36
Cuadrante caudal (cm)	0,25	0,03	0,06	0,17	0,33
Cuadrante lateral (cm)	0,27	0,03	0,06	0,17	0,37
Cuadrante medial (cm)	0,25	0,02	0,05	0,17	0,29
Diámetro CM C/C (cm)	0,87	0,06	0,18	0,76	1,15
Diámetro CM L/M (cm)	0,89	0,06	0,20	0,71	1,49
Área total (cm ²)	1,55	0,09	0,43	1,12	1,91
Área medular (cm ²)	0,63	0,07	0,23	0,46	1,01
Área cortical (cm ²)	0,92	0,08	0,27	0,62	1,12
Fuerza máxima (kN)	0,96	0,03	0,12	0,82	1,18

Referencias: C/C= craneo-caudal; L/M= latero-medial; C = cavidad; M = medular. kN= kilonewton.

La media para las tres categorías de la variable área en la parte media del fémur, muestra que el área total fue mayor al área cortical y ésta última a su vez, mayor que la cavidad medular. Se observó que hay diferencias significativas entre ellas ($p < 0,0001$). El 53,54% del área total en la parte media de la diáfisis del fémur está ocupada por el área cortical del hueso.

En el análisis de correlación para las variables área total vs. peso ($r = 0,85$), se observó que hay asociación entre ellas, a nivel poblacional trabajando con un nivel de significación de $p < 0,001$.

La figura 4 representa la recta de regresión de dichas variables. Se muestra que el área total depende del peso del hueso ($R^2 = 0,72$, $p = 0,0001$), a medida que aumenta el peso aumenta el área total.

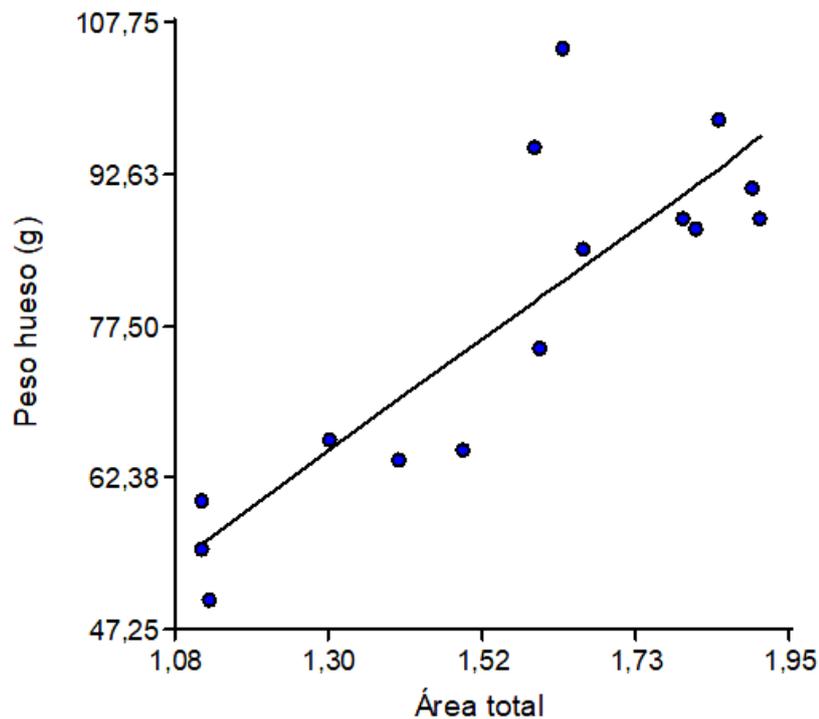


Figura 4

Regresión lineal simple para las variables área total (cm²) vs. peso (g) (n=15).

El análisis de regresión lineal de la fuerza versus el área cortical, los coeficientes de regresión con sus estadísticos asociados y el análisis de la varianza se muestran en las tablas 2, 3 y 4, respectivamente. La figura 5 representa la recta de regresión de dichas variables. Las variables fuerza y área cortical están correlacionadas positivamente ($R^2 = 0,77$, $p = 0,0008$) pudimos observar que el 77 % de la fuerza está explicada por el área cortical del hueso.

Tabla 2

Análisis de regresión para las variables fuerza máxima vs. área cortical. Coeficiente de determinación (n=15).

Variable	N	R ²
F' máx (KN)	15	0,77

Tabla 3

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados (n=15).

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	0,34	0,10	0,13	0,55	3,49	0,0040		
Área C	0,75	0,11	0,49	0,99	6,46	<0,0001	39,83	1,00

Tabla 4
Análisis de la varianza (n=15).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,16	1	0,16	41,74	<0,0001
Área total	0,16	1	0,16	41,74	<0,0001
Error	0,05	13	3,8E-0,3		
Total	0,21	14			

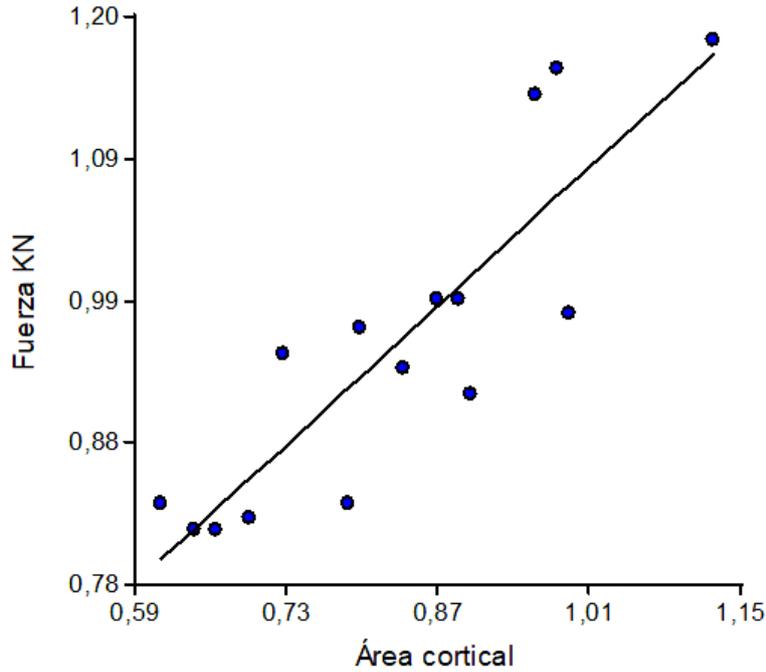


Figura 5

Regresión lineal simple para las variables fuerza (kN) vs. área cortical (cm²) (n=15).

En la figura 6 se muestra una curva de fuerza - deformación representativa de los resultados obtenidos a partir de los ensayos mecánicos. Se observa en ella la representación gráfica de la respuesta mecánica a la flexión del hueso fémur izquierdo N°1 proveniente de un animal de 4 años, talla grande, macho. Se observa que el punto de transición entre la región elástica y la región plástica de la curva, en el cual se incluye el límite elástico aparente, se encuentra aproximadamente cuando la aplicación de la fuerza (carga) es de 0,99 KN, con una deformación de 7,9 mm.

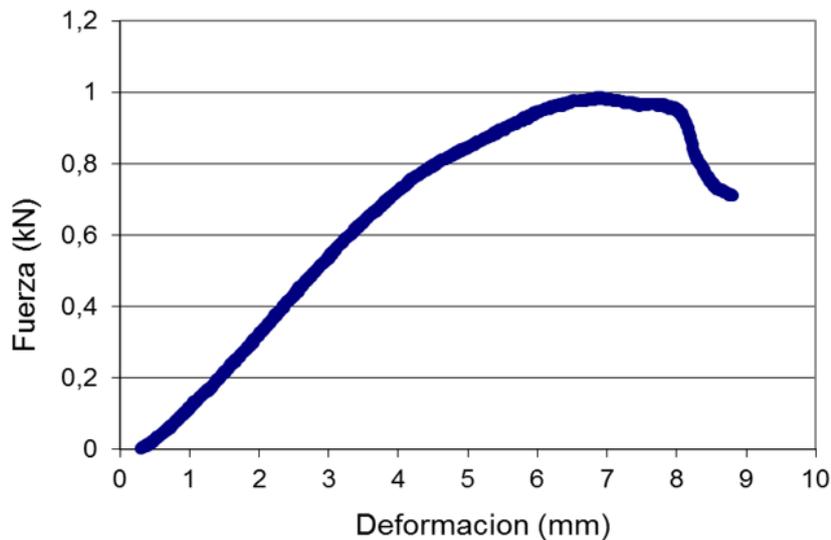


Figura 6

Curva de fuerza - deformación del fémur canino N° 1

En los diagramas de barras de la figura 7 (A) se muestra la fuerza respecto al grupo etario, donde se observó mayor fuerza en los caninos de talla grande ($p=0,0124$). En la figura 7 (B) se muestra la fuerza respecto al sexo, el fémur que proviene de perros machos presentó una mayor resistencia promedio ante la flexión que aquel que proviene de hembras

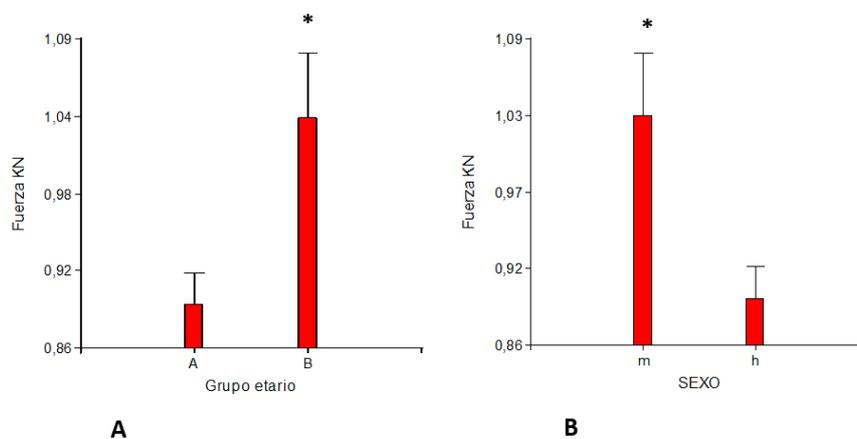


Figura 7

(A). Diagrama de Barras para las variables fuerza (kN) vs. edad. Referencias: A caninos de talla chica, B: caninos de talla grande. (B). Diagrama de Barras para las variables fuerza (kN) vs. sexo ($n=15$). *Diferencias significativas ($p < 0,05$).

Al aumentar la edad del animal el hueso tuvo una menor deformación ante la flexión en tres puntos ($p=0,029$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los diversos parámetros estructurales cuantifican el comportamiento biomecánico del tejido óseo tal cual han evaluado Natali, *et al.*, (2019); Moine, *et al.*, (2020) y Fioretti, *et al.*, (2018, 2022). En este trabajo se observa que a medida que aumenta el área cortical se incrementa la fuerza que soporta el hueso

previo a la fractura. En coincidencia con Varela, *et al.*, (2019, 2021) y Ocampos, *et al.*, (2011) se comprobó que la morfología del hueso tiene notable interés biológico e influye en la resistencia a la fractura ósea. Estudios sobre fémur y tibia destacaron que los parámetros estructurales, en conjunto, pueden explicar en un alto porcentaje (49 a 68%) la variación de resistencia a la fractura (Fioretti, *et al.*, 2011, 2013 y 2018). Por lo tanto, coincidimos con Moine, *et al.*, (2001, 2015) en que los diámetros del hueso están asociados a la forma del mismo, es así como están diseñados para neutralizar las tensiones por efecto de la flexión resultante de la carga por un lado y las fuerzas opuestas generadas por la masa muscular por el otro.

Los valores promedio obtenidos para el fémur derecho fueron: longitud total de 17,22 mm, área total 1,55 cm², área cortical 0,83 cm², área de cavidad medular 0,72 cm²; fuerza 0,96 KN, deformación 5,95 mm. El espesor de los cuadrantes presentó los siguientes valores promedios: cortical craneal 0,23 cm, cortical caudal 0,24 cm, cortical lateral 0,26 y medial 0,24; el diámetro de la cavidad medular craneo caudal 0,92 cm y latero medial 0,97 cm. Dichos valores son similares a los obtenidos por Fioretti *et al.*, 2011, quienes trabajaron con morfometría en la parte media de la diáfisis en fémur de perros para vincularla con impactos de choque. El promedio para las tres categorías de la variable área, en la parte media de la diáfisis del fémur, nos muestra que el área total fue mayor que el área cortical y ésta última a su vez, mayor que la cavidad medular. Se observó que hay diferencias significativas entre ellas. El 53,54 % del área total en la parte media de la diáfisis está ocupada por el área cortical del hueso. Esto se atribuye a la forma cilíndrica de la parte media de la diáfisis del fémur de perro que al corte transversal presenta similares corticales (craneal, caudal, lateral y medial) con una cavidad medular central, de forma más o menos circular, y que representa el 46,46 % del área total.

La regresión lineal de la fuerza vs área cortical del hueso fémur izquierdo presentó un $R^2=0,76$ y $p<0,0001$. La regresión lineal de la fuerza vs área total del mismo hueso presentó un $R^2=0,64$ y $p=0,0003$. Es decir, se comprobó que los diversos parámetros morfométricos cuantifican el comportamiento biomecánico del tejido óseo tal cual han evaluado Beale, (2004); Pellegrino y Bruzzo Lafratto, (2018); Coll Cardenas y Olivera, (2018).

La deformación del hueso fémur izquierdo ante la prueba de flexión en tres puntos presentó el siguiente comportamiento: de la deformación vs el área cortical se obtuvo un $R^2=0,16$ y $p=0,14$; lo cual no fue significativo estadísticamente e indica que el aumento del área cortical no necesariamente se acompaña de mayor deformación ósea.

Se coincide además con Natali, *et al.*, (2008) y Fioretti, *et al.*, (2011, 2018) quienes observaron, en sus estudios dinámicos de impacto y estáticos de compresión, que la resistencia del fémur en perros mestizos, depende del área cortical y total.

La influencia que ejerce la variable talla sobre la fuerza y deformación que soporta el hueso fémur nos permite observar que aquel proveniente de animales de talla grande presenta una mayor resistencia promedio, ante la flexión en tres puntos, que el fémur de animales de talla chica, ($p=0,0124$). Mientras que no se observan diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la deformación del hueso, ($p=0,56$).

Respecto a la influencia que ejerce la variable sexo sobre la fuerza y deformación que soporta el hueso fémur nos permite observar que fémures provenientes de perros machos presentan una mayor resistencia promedio, ante el ensayo de flexión, que aquellos provenientes de hembras ($p=0,017$). Mientras que los fémures de hembras presentan una mayor deformación ante la flexión ($p=0,04$). Estos resultados coinciden parcialmente con los estudios realizados por Fioretti y *et al.*, (2011 y 2018) quienes observaron la influencia, estadísticamente significativa, de la talla respecto a la fuerza y deformación sufridas por material óseo, pero no así del sexo, en su muestreo de fémures caninos.

En este trabajo la comparación entre la fuerza del hueso fémur versus la edad nos indica que al aumentar la edad del animal el hueso soportó una mayor fuerza a la flexión ($p=0,017$), destacando que se utilizaron todos animales adultos. La deformación del hueso fémur respecto a la edad indica que al aumentar la edad del animal el hueso tuvo una menor deformación ante la flexión en tres puntos ($p=0,029$). Si bien es conocido que al avanzar la edad declina la resistencia y rigidez ósea, como así también la capacidad para absorber energía. Analizando la curva de fuerza deformación para el fémur N° 1 se observó que luego del punto máximo de fuerza (0,99 kN) comienza la etapa plástica del hueso.

Se demuestra el interés e importancia que presentan las características estructurales en general y los tamaños del área cortical y total en particular, como factores determinantes a la hora de evaluar la resistencia a la flexión en tres puntos de los huesos fémur de perro. El adecuado modelado del comportamiento mecánico del hueso fémur canino sometido a ensayo de flexión nos permitirá inferir sobre la susceptibilidad de fractura, el diseño de mejores prótesis, el desarrollo de biomateriales sustitutos del hueso y predecir el efecto de patologías.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Beale B. (2004). Techniques for the Management of Long Bone Fractures Orthopedic clinical techniques femur fracture repair. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*. 19 (3): 134-150.
- Calvo Soler P. (2017). Vínculos entre el ser humano y los animales: aspectos psicológicos y psicopatológicos. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Coll Cárdenas F, Olivera D. (2018). Biofísica para estudiantes de Ciencias Veterinarias. Editorial Universidad Nacional de La Plata. 1° Edición. Capítulo 6. 109.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini M.G, González L, Tablada M. (2018). InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fioretti C, Natali J, Galán A, Rivera MC, Moine R, Varela P, Varela M, Bonino F, Quinteros R. (2011). Características Mecánicas Dinámicas del Fémur Aislado de Perro, Sometido Prueba de Impacto. *International Journal of Morphology Chile*. 29: 716-722.
- Fioretti C, Galán A, Moine R, Varela M, Varela P, Mouguelar H, Gigena S, Bonino F, Quinteros R, Natali J. (2013). Características Mecánicas Dinámicas de la Tibia Aislada de Perro Sometida a Prueba de Impacto. *International Journal of Morphology*. Chile. ISSN 0717 – 9502. 31 (2): 562-569.
- Fioretti RC, Moine R, Varela M, Quinteros R, Varela P, Galán AM, Gigena S, Mouguelar H, Gonzalez Sanchez S, Natal N. (2018). Densidad mineral ósea y

- resistencia ante la prueba de compresión en la mitad de la diáfisis del hueso fémur de perro. *Ab Intus*. ISSN 1234-5678. Volumen 1 (1): 43-52.
- Fioretti RC, Moine R, Varela P, Gigena S, Salvi M, Audap Soubie R, de Prada R, Giorgetti L, Varela M, Gonzalez Sanchez S, Cancino M, Nozzi M, Comeglio G, Boatti J. (2022). Emisión acústica y prueba de flexión en tres puntos en la diáfisis de la falange proximal del dedo de la mano de equinos mestizos criollos. *Ab Intus*. ISSN 2618-2734. 10 (5): 25-32.
- Koscinczuk P. (2017). Domesticación, bienestar y relación entre el perro y los seres humanos. *Revista veterinaria* 28: 1, 78-87.
- León M, Ramírez EI, Ruiz O, Jacobo VH. (2016). Análisis de la rigidez de un fémur a partir del modelado de un ensayo de flexión en cuatro puntos. *Memorias del XXII Congreso de la SOMIM y XIV Congreso Iberomat CD*. Mérida, Yucatán. México.
- Moine R, Rivera C, Vivas A, Ferraris, G, Galán A, Natali J. (2001). Morfometría y determinación de calcio y fósforo en la parte media de la diáfisis del metacarpiano III en yeguas mestiza con criollo. *Archivos de Medicina Veterinaria*. Chile. ISSN 0301 – 732X. XXXIII, N° 1: 63 - 68.
- Moine R, Galán M, Vivas A, Fioretti C, Varela M, Bonino F, Quinteros R, Natali J. (2015). Propiedades Morfológicas en la Parte Media de la Diáfisis del Hueso Metacarpiano III de Equino Mestizo Criollo. *International Journal of Morphology*. Chile. ISSN 0717 – 9502. 33 (3): 955-961.
- Moine R, Fioretti R, Galan A, Gigena S, Salvi M, Audap Soubie R, Varela P, Varela M, Gonzalez Sanchez S, Natali J. (2020). Propiedades estructurales y resistencia a la flexión en tres puntos en la parte media de la diáfisis de la falange proximal de la mano del caballo. *Ab Intus*. 56-62. ISSN 2618-2734. 6 (3): 47-56.
- Natali J, Wheeler JT, Kohl R, Varela P. (2008). Comparación de las Características Mecánicas Estáticas del Fémur Aislado de Perro, con y sin la Colocación de una Placa de Ortopedia Fabricada en polipropileno. *International Journal of Morphology*. Chile. ISSN 0717 – 9502. 26(4): 791-797.
- Natali J, Fioretti R, Moine R, Gigena M, Mouguelar H, Varela M, Gonzalez Sanchez S, Quinteros R, Galán A. (2019). Morfología y comportamiento biomecánico de la falange proximal de la mano del caballo mestizo criollo. *Ab Intus*. ISSN 2618-2734. 3 (2): 56-62.
- Ocampos M, Penagos E, Ramírez N. (2011). Tratamiento de una fractura distal del Fémur de un canino joven. *Ciencias Agropecuarias*. 3 (2):40-43.
- Orozco Santos P, Ruiz GL, Rivera Montoya GF, Jaramillo Rivas J. (2017). Valores de densidad Mineral Ósea (DMO) y Densidad Mineral Volumétrica (DMOV) a Nivel de la Columna Lumbar, en adolescentes y adultos jóvenes. *Revista de Investigaciones ALETHEIA Número 7 Corporación Universitaria Empresarial Alexander von Humboldt*. 143 – 155.
- Pellegrino F y Bruzzo Lafratto J. (2018). Biofísica del aparato locomotor animal Capítulo 6.113-123. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/113465/CONICET_Digital.
- Varela FM, Fioretti RC, Natali J, Moine RM, Quinteros R, Galán AM. (2019). Morfometría y resistencia de los huesos del brazo y antebrazo del perro. <https://www.hum.unrc.edu.ar/wp-content/uploads/2019/10/2-biolog1.pdf>. Edición especial. *Revista Científica Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto*. *Ab Intus*. ISSN 2618-2734. 2, (4): 122.
- Varela M, Moine R, Fioretti RC, Varela P, de Prada R, Giorgetti L, Bellingeri R, Barbero. (2021). Análisis mecánico y morfométrico del hueso carpo III del caballo mestizo

Criollo Argentino. Revista de Medicina Veterinaria (En línea), ISSN 1852-771X.
102 (2): 36-42.

Wheeler JT, Adagio L, D Amico G, Hierro J, Hagge M, Lattanzi D, Schieda F, Sanfilippo S. (2002). Fracturas de huesos largos en caninos inmaduros. Ciencia Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de La Pampa. Página 57-67.

Notas de autor

picipb@gmail.com