Ab Intus Revista Ab Intus FAV-UNRC
2026, 18(9) ISSN 2618-2734

Análisis de la fractura del metatarsiano III de equino mediante ensayo de flexión en tres puntos, con asistencia de emisión acústica

Analysis of equine third metatarsal fracture using a three-point bending test with acoustic emission assistance

DOI: https://doi.org/ 10.63207/ai.v9i18.202

Rita Cecilia Fioretti[1]; Rosana Moine[1]; Pablo Varela[3]; Rodrigo De Prada[3]; Mario Salvi[2]; Matías Varela[1]; Horacio Mouguelar[1]; Marta Grisolía[2]; Silvana Gonzalez Sanchez[1]; Maximiliano Cancino[1]; Martín Azuri[2]

1. Departamento Anatomía Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
2. Departamento Clínica Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
3. Laboratorio de Ensayo de Materiales. Departamento Mecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Resumen. Las fracturas del hueso metatarsiano III en equinos constituyen una de las afecciones ortopédicas más graves y representan un riesgo vital. El análisis experimental de cargas y la identificación del tipo de fractura aportan conocimientos biomecánicos fundamentales. Se evaluó la morfología de las fracturas generadas en el metatarsiano III de equinos sometidos a pruebas de flexión en tres puntos bajo el monitoreo de la técnica de Emisión Acústica (EA). Los objetivos de este trabajo fueron obtener información sobre la biomecánica de la fractura del metatarsiano III de equinos correlacionando la carga aplicada con las variables arrojadas por la emisión acústica y la morfometría ósea. Se estudiaron los metatarsianos III de 10 caballos mestizos criollos divididos en dos grupos etarios, de 1,5 a 2 años (G1) y de 2,5 a 4 años (G2). Se realizó una prueba de flexión en tres puntos en la parte media y dorsal de la diáfisis, con monitoreo simultáneo de Emisión Acústica para registrar daños previos a la fractura completa. Los datos fueron evaluados mediante análisis estadísticos descriptivos, de correlación y regresión ($p \leq 0{,}05$). Se observa que los huesos metatarsianos III del grupo G1 presentan una resistencia menor que aquellos del grupo G2 ($p=0{,}020$), siendo los hits de EA proporcionales al aumento de la carga. La configuración de las fracturas resultantes fue mayormente del tipo transversa completa y oblicua completa, dependiendo de la distribución de la carga y la morfometría del hueso. La EA se consolida como una herramienta predictiva vital en ensayos mecánicos óseos.

Palabras clave: equino, metatarsiano III, fractura, flexión, emisión acústica.

Recibido: 27/7/2026 Aceptado: 31/8/2026 Publicado: 30/10/2026

*Autora para correspondencia: Cecilia Fioretti. Email: cfioretti@ayv.unrc.edu.ar, Ruta Nacional 36, Km. 601, 5804 Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Financiamiento: este proyecto fue financiado por Secyt UNRC. PPI 2024-2026.

Esta obra está bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_AR

Abstract. Third metatarsal fractures in horses are among the most serious orthopedic conditions and pose a life-threatening risk. Experimental load analysis and fracture type identification provide fundamental biomechanical knowledge. The morphology of fractures in the third metatarsal of horses subjected to three-point flexion tests was evaluated under Acoustic Emission (AE) monitoring. The objectives of this study were to obtain information on the biomechanics of third metatarsal fractures in horses by correlating the applied load with the variables obtained through acoustic emission and bone morphometry. The third metatarsals of 10 Criollo crossbred horses were studied, divided into two age groups: 1.5 to 2 years (G1) and 2.5 to 4 years (G2). A three-point flexion test was performed on the mid and dorsal portions of the diaphysis, with simultaneous acoustic emission monitoring to record damage prior to complete fracture. Data were evaluated using descriptive, correlation, and regression statistical analyses ($p \leq 0.05$). It was observed that the third metatarsal bones of group G1 exhibited lower resistance than those of group G2 (p=0.020), with acoustic emission hits being proportional to the increase in load. The resulting fracture configurations were mostly complete transverse and complete oblique, depending on the load distribution and bone morphometry. Acoustic emission is thus established as a vital predictive tool in bone mechanical testing.

Keywords: equine, third metatarsal, fracture, flexion, acoustic emission.

INTRODUCCIÓN

Las fracturas del hueso metatarsiano III constituyen una de las afecciones ortopédicas más graves de los equinos, ya que limitan la vida útil del animal y representan un riesgo vital. Los huesos largos de los equinos pueden recibir cargas debidas a traumatismos directos o tensiones repetitivas y las causas principales incluyen traumas físicos originados por otros caballos, caídas en el campo, ejercicio intenso o incluso lesiones de origen congénito y metabólico (Baxter, 2020; Rodríguez, 2024). Las fracturas del tercer metacarpiano y metatarsiano son las fracturas de huesos largos más comunes en los equinos y representan un tercio del total (Schneider y Sampson, 2019). Las lesiones de tipo catastrófico en equinos de raza Sangre Pura de Carreras (SPC) en entrenamiento o competición, suelen observarse con relativa frecuencia en comparación con otros deportes ecuestres y, suele estar asociada al accionar de fuerzas que superan las cargas máximas que soporta el hueso (Gascon *et al*., 2000; López, 2026). Según Stover (2003), las fracturas diafisarias y condilares pueden originarse por traumatismos violentos o por fatiga y microdaño acumulado durante el trabajo de alta intensidad. Aunque generalmente la etiología es de tipo traumático, también puede ser producto de sepsis u osteomielitis (Rodgerson, 2010; Robinson y Sprayberry 2012).

El metatarsiano III puede soportar una carga crítica en el miembro pélvico, y está expuesto frecuentemente a traumatismos directos. Su alta susceptibilidad a la fractura se debe a su localización superficial y al déficit de cobertura de tejidos blandos encargados de la absorción de impactos. Este escenario biomecánico resulta en que más de la mitad de los casos clínicos correspondan a fracturas expuestas (Medina, Velásquez, & Figoli, 2011). Las fracturas en los huesos de esta región suelen ser el resultado de una adaptación desbordada al esfuerzo, donde la repetición de cargas cíclicas intensas supera la resistencia biomecánica del hueso (Ferretti, *et al*., 2016).

Las fracturas del tercer metatarsiano en equinos se producen a cualquier edad y en cualquier raza, pero son más comunes en los caballos jóvenes En los potrillos la causa más común es que la madre les pise el miembro (Medina, 2011; Velásquez, & Figoli, 2011). Se pueden presentar una amplia variedad de configuraciones, desde fisuras simples hasta fracturas conminutas graves; sin embargo, en los equinos jóvenes los huesos muestran mayor flexibilidad y menor fragilidad, lo que reduce la tendencia a astillarse (Baxter, 2020). Trabajos actuales reportan casos clínicos como una fractura de hueso metatarsiano en potranca de raza Sangre Pura de Carrera, con un traumatismo al día de nacida, produciéndose una fractura completa simple de metatarso con desplazamiento (Rodríguez, 2024).

Las fracturas transversas del metatarsiano principal pueden ocurrir en caballos Pura Sangre de Carreras que se mantienen ejercitando con enfermedad de la corteza dorsal, debido a

las micro fracturas previamente inducidas por las cargas cíclicas impuestas por el ejercicio en huesos de caballos jóvenes (Sod y col. 2008). Cuando las fracturas ocurren en caballos adultos generalmente son graves, conminutas y causadas por un gran impacto o como consecuencia de fracturas por estrés, más comúnmente en la raza Sangre Pura de Carrera (Schneider, R. y Sampson, S. 2019).

Diversos estudios morfológicos han sido realizados en el tejido óseo equino. Previamente, Moine *et al.,* (2015) analizaron las propiedades morfológicas del hueso metacarpiano III. Posteriormente, Natali *et al*., (2019) y Moine *et al*., (2020) evaluaron la morfología de la falange proximal, mientras que Moine *et al*., (2024) caracterizaron este aspecto en el hueso metatarsiano III de caballos mestizos criollos. Por su parte, Espil *et al*., (2022) analizaron la fractura condilar del tercer hueso metatarsiano, la cual involucró el cóndilo lateral y derivó en una fractura diafisiaria.

Como tejido vivo, la respuesta mecánica del hueso no es estática; varía según su forma y composición mineral, y se adapta de manera continua dependiendo de cómo se apliquen las fuerzas (naturaleza, magnitud, tiempo y frecuencia de la carga) (Guede 2013). Por lo tanto, el tejido óseo responde a las cargas mecánicas mediante modificaciones en su morfología, esto le permite soportar fuerzas repetitivas de diversa magnitud sin alterar su estructura ni sus funciones. Al respecto, Southwood y McIlwraith, (2000) y Wright, (2019) señalan que la resistencia de cada tejido es variable y está determinada por su composición, su ubicación anatómica y la función que cumple.

Al evaluar experimentalmente las cargas aplicadas y la respuesta biomecánica ósea, el ensayo de flexión en tres puntos se define como un procedimiento donde una probeta (hueso) es sometida a una carga transversal en su punto medio, mientras se apoya de forma simétrica sobre dos puntos fijos en sus extremos (Moine *et al.,* 2020). El hueso se coloca sobre dos soportes inferiores y se aplica una única carga en el centro exacto de la luz entre ellos. Para comprender los mecanismos de falla se incorpora a dicho ensayo de flexión, la Emisión Acústica (EA) la cual es una técnica de evaluación no destructiva que capta las ondas elásticas liberadas durante las deformaciones microestructurales bajo tensión. A medida que aumenta la deformación en el tejido óseo, ocurren microfisuras que liberan energía en forma de señales acústicas transitorias, denominadas eventos o "hits" (Ramírez*, et al*., 2023; Varela, *et al*., 2024). Esta técnica no invasiva permite caracterizar el inicio de las grietas que las metodologías convencionales no pueden medir en tiempo real (Zavarce, 2021, Fioretti, *et al*., 2022).

Consecuentemente con lo descripto, el propósito de este trabajo es obtener y brindar información sobre la biomecánica **ósea** y la configuración de la fractura del metatarsiano III de equinos mestizos, sometido a ensayos de flexión en tres puntos y correlacionar la carga aplicada con las variables arrojadas por la emisión acústica y la morfometría **ósea.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron huesos metatarsianos III aislados pertenecientes a 10 equinos mestizos criollos. Se trabajó con animales cuyas edades se encontraban en el rango de 1,5 a 4 años, siendo este parámetro determinado a través de cronometría dentaria. El material óseo se dividió en dos grupos experimentales para su posterior análisis: el Grupo 1 (G1), huesos de animales entre 1,5 a 2 años; y el Grupo 2 (G2), constituido por metatarsianos III de caballos de 2,5 a 4 años. Las muestras óseas fueron recolectadas en el frigorífico LAND L, ubicado en la localidad de Las Higueras (Provincia de Córdoba). Se procedió a la extracción de los huesos metatarsianos III, los cuales fueron posteriormente liberados de los tejidos blandos adheridos mediante disección convencional. En la parte media de la diáfisis de los huesos metatarsianos III izquierdos, se midió el diámetro latero-medial y dorso-plantar y en el mismo lugar se seccionó transversalmente al hueso (figura 1). En la superficie de sección del hueso se midió el espesor de la cortical en sus cuadrantes: dorsal, plantar, medial y lateral y se evaluó área total, área cortical y área medular, se usó para las mediciones un calibrador micrométrico (escala 0,02 mm). Las variables en estudio, fueron analizada mediante estadística descriptiva, de correlación y regresión, con significación ($p \leq 0,05$). Se usó el programa InfoStat versión 2018, bajo licencia de la FCA de la UNC, Argentina. El trabajo de análisis morfométrico se realizó en los laboratorios de Anatomía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria.



Figura 1. Hueso metatarsiano III entero (izquierdo) osteotomizado en la mitad de la diáfisis para estudio de las áreas total, cortical y medular.

El hueso metatarsiano III derecho fue sometido a ensayo de flexión en tres puntos con la asistencia de Emisión Acústica (Máquina Universal de Ensayos marca Amsler, modelo 6PZD 1406), en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNRC. En la Figura 2 se muestra una imagen del metatarsiano III montado para el ensayo de flexión en tres puntos. En el soporte inferior se observa la colocación de dos sensores de Emisión Acústica, uno está conectado a un preamplificador. Al mismo tiempo de la realización de los ensayos mecánicos se procedió a la recolección de datos con el equipo de Emisión Acústica.

Posteriormente, al finalizar el ensayo, se evaluaron los tipos de fracturas resultantes de la aplicación de la carga.



Figura 2. Metatarsiano III derecho (muestra N°7), colocado en posición para el ensayo de flexión en tres puntos.

RESULTADOS

La Tabla 1 detalla las medidas resumen del metatarsiano III, incluyendo los diámetros dorso-plantar y latero-medial, el espesor de los cuadrantes, los diámetros de la cavidad medular y las áreas (total, cortical y medular) en la parte media de la diáfisis. El espesor de la cortical en el cuadrante medial es mayor respecto al resto, mientras que las proporciones de las áreas guardan el siguiente orden decreciente: área total, área cortical y área medular.

Los datos fueron evaluados mediante análisis estadísticos descriptivos, de correlación y regresión ($p \leq 0,05$). Se observó que los huesos metatarsianos III del grupo G1 presentaron una resistencia menor que aquellos del grupo G2 (p=0,020), siendo los hits de EA proporcionales al aumento de la carga. La configuración de las fracturas resultantes fue mayormente del tipo transversa completa y oblicua completa, dependiendo de la distribución de la carga y la morfometría del hueso.

Tabla I. Medidas resumen del hueso Metatarsiano III izquierdo (n=10)

Variables	n	Media	E.E.	Mín.	Máx.
Parte media de la diáfisis					
Diámetro D/P del hueso	10	3,48	0,03	3,18	3,70
Diámetro L/M del hueso	10	3,50	0,03	3,25	3,97
Espesor cuadrante dorsal	10	1,16	0,02	1,01	1,32
Espesor cuadrante plantar	10	0,86	0,02	0,69	1,02
Espesor cuadrante lateral	10	0,97	0,02	0,87	1,23
Espesor cuadrante medial	10	1,22	0,02	1,13	1,35
Diám. cav. med. D/P	10	1,22	0,03	1,07	1,50
Diám. cav. med. L/M	10	1,24	0,03	1,10	1,51
Área total	10	9,76	0,18	8,22	11,10
Área medular	10	1,20	0,06	0,90	1,76
Área cortical	10	8,54	0,19	7,04	10,09
Fuerza (kN)	10	17,62	0,66	13,8	23,49
Deformación (mm)	10	7,52	0,41	6,21	9,54
Conteo Acumulado (EA)	10	81,62	0,43	53,3	146,7

Referencias: Diám. = diámetro; cav. = cavidad; med. = medular; D/P = dorso-plantar; L/M = latero- medial; F Máx=fuerza máxima; EA= emisión acústica.



Figura 3. Curva de Fuerza/Deformación obtenida ante ensayo de flexión en tres puntos y conteo de Emisión Acústica en función del tiempo (muestra N°7).



Figura 4. Imagen de la muestra N°2, la diáfisis del tercer metatarsiano cedió ante fuerzas de tensión, iniciándose la rotura en el lado convexo del hueso.

El tipo de curva modelo que arroja el ensayo se muestra en la Figura 3 donde se muestra un esfuerzo/deformación obtenido de la flexión en tres puntos con la curva de conteo de Emisión Acústica en función del tiempo. Dicha figura presenta los resultados de la muestra N° 7: metatarsiano III derecho, de animal macho de 3 años y del grupo G2. La fuerza máxima soportada por el hueso fue de 20,75 kN y los conteos de Emisión Acústica detectados fueron 59,10.

Entre los resultados se destaca la configuración de la fractura transversa completa, presente en la mitad de los casos analizados. Como se observa en la figura 4, esta rotura se produjo en la zona convexa de la diáfisis del tercer metatarsiano, producto de fuerzas de tensión.

El 30% de las fallas biomecánicas analizadas correspondieron a fracturas por compresión, originadas en la cara cóncava y dorsal del hueso, donde la pared interna cedió por aplastamiento tras la ruptura inicial. La disipación de la energía ocurrió de forma diagonal, manifestándose con un ángulo respecto al eje longitudinal del hueso, lo que derivó en fracturas oblicuas tanto completas como incompletas (figura 5).



Figura 5. **A**. Imagen de la muestra N° 7. **B**. Imagen de la muestra N° 4. En ambas imágenes la diáfisis del tercer metatarsiano muestra la propagación de la energía de manera oblicua respecto al eje del hueso (n= 10).



Figura 6. Imagen de la muestra N° 8, la diáfisis del tercer metatarsiano muestra un patrón de fractura multifragmentaria (n= 10).

A su vez, otros resultados de falla ósea posteriores al ensayo de flexión evidencian un patrón de fractura multifragmentaria compuesto por tres segmentos, cuyo hallazgo principal es un fragmento intermedio con forma de cuña o "ala de mariposa" (Figura 6). Este tipo de lesión es el resultado clásico del mecanismo de flexión en huesos largos, el cual ocurre cuando una fuerza actúa de manera perpendicular al eje mayor de la diáfisis, simulando traumatismos directos in vivo. Durante el ensayo, el desplazamiento axial provoca una incurvación del hueso que genera dos zonas de fuerzas opuestas.

Tabla 2. Análisis de regresión lineal para las variables Fuerza vs. Área cortical. Coeficiente de determinación (n=10).

Variable	n	R^2	R^2 Aj	ECMP	AIC	BIC
Fuerza (kN)	10	0,77	0,74	5,01	82,41	85,39

Referencias: n=número de muestras; R2: Regresión; R^2 Aj: Regresión ajustada; ECMP: Error cuadrático medio: AIC: Criterio de información de Akaike; BIC: Criterio de información bayesiano.

Tabla 3. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados para la variable área cortical (n=10).

Coef	Est.	EE	LI(95%)	LS(95%)	t	p-valor
Área cortical (cm^2)	1,37	0,19	0,96	1,78	7,04	<0,0001

Referencias: Est.: Estadístico; EE: error estándar; LI(95%): Límite inferior; LS(95%): Límite superior; t: prueba t de Student; P-valor: Probabilidad.

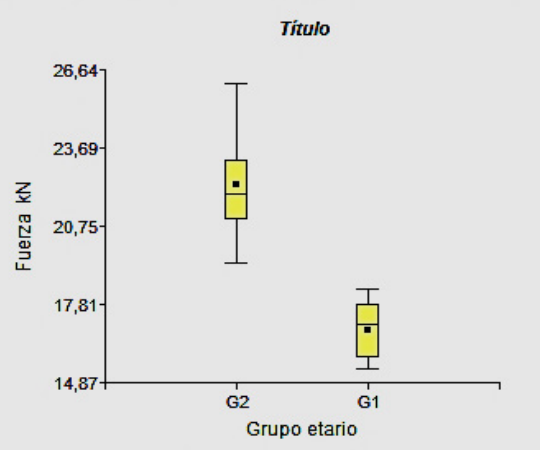


Figura 7. Gráfico de Cajas para la Fuerza (kN) vs. Grupo etario (n=10).

El análisis de correlación para las variables Área cortical vs Fuerza (r= 0,88) muestra que hay asociación entre dichas variables a nivel poblacional, trabajando con un nivel de significación de Probabilidad p<0,05. El análisis de regresión lineal de las variables Fuerza vs. Área cortical del hueso y los coeficientes de regresión con sus estadísticos asociados se muestran en las Tablas: 2 y 3, respectivamente. Las variables Área cortical y Fuerza están correlacionadas positivamente (r= 0,88, p=<0,0001) podemos observar que el 88 % de la Fuerza está explicada por el Área cortical del hueso.

En el Gráfico de Cajas (Box-Plot) de la Figura 7 se muestra la Fuerza soportada por la diáfisis del metatarsiano III para las dos categorías de la variable edad, donde se observa una menor fuerza soportada en los animales del G1.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Debido a su impacto negativo en el desempeño y supervivencia del equino, las fracturas en el metatarsiano III representan un desafío clínico. Para comprender este fenómeno resulta clave el análisis experimental, en la parte dorsal y media de la diáfisis de dicho hueso, sometido a fuerzas de flexión en tres puntos. La asistencia con emisión acústica y la clasificación de los patrones de fractura ofrecen información biomecánica valiosa. Para diagnósticos veterinarios adecuados se necesita conocer el comportamiento del hueso y el tipo de fractura generado.

Para correlacionar la prueba biomecánica y el tipo de fractura con la morfometría del hueso se analizaron los resultados morfométricos del metatarsiano III izquierdo aislado. Este trabajo

muestra que el diámetro latero-medial y dorso-plantar del hueso son similares y el diámetro latero-medial y dorso-plantar de la cavidad medular son iguales tal lo observado por Moine *et al.,* (2024) con una muestra (n=20) mayor a la presente.

En este trabajo los valores promedios observados en la superficie de sección de la mitad de la diáfisis del hueso son para área total: 9,76 cm^2; área cortical 8,54 cm^2 y área medular 1,20 cm^2. Al igual que lo publicado por Moine *et al.,* (2024) en su estudio morfométrico del metatarsiano III, se observó que el área total es mayor que el área cortical y ésta última a su vez es mayor que la cavidad medular; el aumento de la corteza se puede atribuir a la forma del hueso y adaptación de las cargas de tensión y compresión.

En este trabajo los resultados indican que la fuerza que soporta el metatarsiano III depende linealmente del área cortical del hueso (R^2= 0,77, p=<0001), por lo cual a medida que aumenta el área cortical aumenta la fuerza que soporta el metatarsiano III. El aumento del espesor de los cuadrantes puede ser atribuido a una adaptación de las cargas que se incrementan con la velocidad del ejercicio y para contrarrestar las tensiones y fuerzas de compresión (Moine *et al*., 2024).

El análisis experimental en la parte dorsal y media de la diáfisis del metatarsiano III, frente a la aplicación de fuerzas de flexión en tres puntos, mediante el registro de emisión acústica y la tipificación de la fractura, permite comprender mejor su biomecánica y mejorar su prevención. En este ensayo, el momento flector alcanzó su valor máximo únicamente en el punto central, directamente debajo del punto de carga. Esto generó una alta concentración de tensiones localizada, lo que facilitó identificar el inicio de la fractura en esa zona específica.

Analizando las fracturas del tercer metatarsiano III de Baxter (2020), coincidimos en que, durante una prueba de flexión, las fuerzas de palanca pueden agravar una lesión preexistente o una fractura por estrés, derivando en una fractura completa.

El presente estudio evidencia que, durante el ensayo de flexión en tres puntos en el metatarsiano III de equino, se generaron una cantidad relevante de eventos acústicos antes del colapso del hueso, en coincidencia con Ramírez*, et al*., (2023) y Varela, *et al*., (2024). Se observó un aumento progresivo de los *hits* de emisión acústica en relación directa con la fuerza aplicada, validando a esta técnica como un método no destructivo eficaz para el diagnóstico temprano de daño estructural. Si bien el uso de esta técnica en biomecánica es reciente, a futuro podría resultar de gran utilidad para el monitoreo de esfuerzos en animales vivos. Para lograrlo, será necesario optimizar el filtrado de señales y así minimizar el ruido o *hits* secundarios producidos por la interfaz de los sensores sobre la piel.

Analizando y comparando con otros autores como: Medina *et al.,* (2011), Schneider y Sampson, (2019), Rodríguez (2024), López (2026); el comportamiento del metatarsiano III posterior al ensayo de flexión en tres puntos se manifestó en entre trabajo con la siguiente configuración de fracturas:

a) Fracturas por tracción (en lado convexo), aquí la fractura siempre se inició en la parte externa de la curvatura del hueso (donde el hueso está más tenso, en este caso en su cara palmar); esta rotura inicial fue transversal, mayormente completa; en el animal en vivo ocurren también perpendicularmente al eje longitudinal del hueso y son comunes en caballos jóvenes sometidos a traumatismos externos directos.

b) Fracturas por compresión (en el lado cóncavo, por dorsal), donde el lado interno del hueso se comprimió hasta fallar después de la rotura inicial, fueron oblicuas completas e incompletas. En el animal vivo también suelen ser oblicuas y se presentan en un ángulo respecto al eje del hueso; ellas propagan la energía de forma diagonal y son causadas por fuerzas combinadas de torsión y flexión.

c) Fracturas conminutas o de tercer fragmento (en ala de mariposa), a medida que la fuerza se propagó hacia el eje neutro del hueso, la combinación de tracción y compresión desprendió un fragmento intermedio de forma triangular. In vivo, el hueso se fractura en tres o más fragmentos relativamente pequeños, suelen ser catastróficas y resultado de traumas de alta energía (como una patada o colisión).

El análisis de la fractura del metatarsiano III de equino mediante ensayo de flexión en tres puntos, con asistencia de emisión acústica resultó de utilidad, validando la adaptación corti-

cal ante cargas de tensión y compresión. La configuración de las fracturas se correlaciona con las cargas aplicadas y la mofometría, permitiendo una mejor comprensión de la biomecánica y la prevención de lesiones. El monitoreo con EA se consolida como una herramienta predictiva vital en ensayos mecánicos óseos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baxter G. (2020). In Adams and Stashak's Lameness in Horses, Seventh Edition.

Espil J. I., Sánchez L., Dutra F., Guido N., López R., Barragán A., Alarcón F., Segura P., Quiroga M. A. (2022). Fractura catastrófica condilar lateral del III hueso metatarsiano: reporte de caso en un equino pura sangre de carrera del Hipódromo de La Plata. FAVE – Sección Ciencias Veterinarias 20 Suplemento Jornadas FCV-UNL DOI:10.14409/favecv.2022. Suplemento.

Ferretti J.L., Nocciolino, L., Cointry, G., Lüscher,S., Capozza, R. (2016). Biomecánica de las fracturas por stress. Actual. Osteol 2016; 12(1): 35-46. http://www.osteologia.org.ar.

Fioretti R.C., Moine R., Varela P., Gigena S., Salvi M., Audap Soubie R., de Prada R., Giorgetti D., Varela M., Gonzalez Sanchez S., Cancino M. (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. FAV-UNRC. 10 (5): 25-32. http://www.ayv.unrc.edu.ar/ ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/42.

Gascon E., Nomen C., Prades M., Climent F, Costa C. (2000). Reparación de una fractura conminuta de metatarso. Consulta Difus Vet. 8: 65-70.

López R.A. (2026). Abordaje semiológico del paciente con lesiones catastróficas. Pertenece al libro: Semiología del equino deportivo. Exploración de columna vertebral, cinturón pelviano y sistema nervioso. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). Facultad de Ciencias Veterinarias. ISBN: 978-950-34-2688-3. pp: 55-60

Medina L., Velásquez C.A., Figoli, M. (2011). Tratamiento de fractura transversa del hueso tercer metatarsiano en un potrillo mediante la técnica de fijación interna. Revista Científica, vol. XXI, núm. 2, Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela pp. 118-124.

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. Int. J. Morphol. Chile. ISSN 0717 – 9502. 33 (3): 955-961.

Moine R., Fioretti R.C., Galán A., Gigena S., Salvi M., Audap R., Varela M., Gonzalez Sanchez S., Varela P., 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" Revista Ab Intus FAV-UNRC, 6 (3): 00-00 ISSN 2618-2734.

Moine R., Fioretti R.C., Gigena S., Varela M., Mouguelar H., Salvi M., Grisolía M., Gonzalez Sanchez S., Cancino M., Azuri M, Andino Y., Montoya O. (2024). Determinación de las propiedades morfológicas en la mitad de la diáfisis del hueso metatarsiano III de caballos mestizos criollos. Revista Ab Intus FAV. UNRC. 7 (14): 1-13. http://www.ayv.unrc. edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/153.

Natali J., Fioretti R., Moine R., Gigena S., Mouguelar H., Varela M, Varela P., 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. 56-62. ISSN 2618-2734. Vol. 3, (2): 43-52.

Robinson E.N, Sprayberry K, A (2012)Terapéutica actual en Medicina Equina. Sexta Edición. Volumen 2. Intermedica.

Rodríguez A.B. (2024). Descripción de caso clínico: Fractura de hueso metatarsiano en po-

tranca de raza Sangre Pura de Carrera. Facultad de Ciencias Veterinarias U.N.C.P.B. 1-15. Tandil.

Schneider R.K, Sampson S.N, (2019) Fractures of the Third Metacarpal/Metatarsal Diaphysis and Metaphysis. 24, 436-451.

Stover S. M. (2003). The epidemiology of Thoroughbred racehorse injuries. Clinical Techniques in Equine Practice, *2*(4), 312-322.

Varela M, Fioretti C., Moine R. Bellingeri R., Varela P., De Prada R., Giorgetti D., Barbero C. (2024). Emisión acústica y ensayo de compresión del hueso carpo 3 de caballo. Ab Intus FAV-UNRC. 13(7):1-9. http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_ Intus/article/view/137.

Wright I. M. (2019). Racetrack Fracture Management and Emergency Care. 5, 44-77.

Zavarce A. (2021). Fundamentos y aplicaciones de la Emisión Acústica (EA). En: https://inspenet. com/articulo/fundamentos-aplicaciones-emisionacustica-ea/.