

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FACULTAD DE FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“FRECUENCIA DE FRACTURAS EN EL TERCER METACARPO EN CABALLOS DE
CARRERAS CON CLAUDICACIÓN EN EL HIPÓDROMO DE MONTEERRICO
DURANTE EL PERIODO DE ENERO 2016 A DICIEMBRE 2019”

Tesis para optar el título de:

Médico Veterinario y Zootecnista

Presentado por:

María Alejandra Chanduvi Ugarelli

Asesor:

M.V. Sabino Arturo Arias Quispe

Lima – Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 10 de julio del 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: M.V. MILENA PAOLA MONTENEGRO VEGA
Miembro: M.V.Z. MARIA LOURDES VELARDE MARCOS
Miembro: M.V. JOSE LUIS COLLAO CARLOS

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“FRECUENCIA DE FRACTURAS EN EL TERCER METACARPO EN CABALLOS DE CARRERAS CON CLAUDICACION EN EL HIPODROMO DE MONTERRICO DURANTE EL PERIODO DE ENERO 2016 A DICIEMBRE 2019”

Presentada por la bachiller:

MARÍA ALEJANDRA CHANDUVI UGARELLI

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario y Zootecnista**

Asesorada por: **M.V. SABINO ARTURO ARIAS QUISPE**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple (----) calificar a:

Tesis: MARÍA ALEJANDRA CHANDUVI UGARELLI			Nota (en letras): Dieciocho
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


M.V. MILENA PAOLA MONTENEGRO VEGA
Presidente


M.V. SABINO ARTURO ARIAS QUISPE
Asesor


M.V.Z. MARIA LOURDES VELARDE MARCOS
Miembro 1


M.V. JOSE LUIS COLLAO CARLOS
Miembro 2

**FRECUENCIA DE FRACTURAS EN EL TERCER METACARPO EN CABALLOS DE
CARRERAS CON CLAUDICACIÓN EN EL HIPÓDROMO DE MONTERRICO DURANTE
EL PERIODO DE ENERO 2016 A DICIEMBRE 2019**

**Frequency of third metacarpal fractures in racehorses with claudication at Monterrico
Hippodrome during the period from January 2016 to December 2019**

Título Corto: “Frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo en caballos de carreras”

María Alejandra Chanduvi Ugarelli^{1,2}, M.V. Sabino Arturo Arias Quispe³, Ing. Jorge Luis Vilela
Velarde¹

Autor Responsable: María Alejandra Chanduvi Ugarelli, mariale2608@outlook.es.

1.Universidad Científica del Sur, 2. Clínica Veterinaria Servicios Veterinarios de Monterrico S.A, 3.
Hipódromo de Monterrico

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los familiares que pusieron su apoyo incondicional para la culminación del presente trabajo, a todo el equipo de la Clínica Veterinaria Servicios Veterinarios de Monterrico S.A. y en especial a los Dres. Renzo Traverso Casagrandi y Renzo Carlo Traverso Aleksandrov por sus consejos y por permitir realizar el estudio en dicho establecimiento.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de fracturas del tercer metacarpo y su ubicación, y analizar si hay asociación estadística significativa ($p < 0.05$) entre la frecuencia de fracturas con el sexo, peso, edad y miembro afectado en caballos de carrera atendidos por dolor en el tercer metacarpo en la Clínica Veterinaria del Hipódromo de Monterrico desde enero 2016 a diciembre 2019. Se examinaron imágenes radiográficas de caballos que llegaron a consulta con dolor en el tercer metacarpo. Se presentaron los datos en una tabla determinando la frecuencia y porcentaje y se analizó si las fracturas presentan asociación estadística significativa ($p < 0.05$) y el porcentaje de la asociación mediante la prueba de V Cramer, con respecto a las variables sexo, peso, edad y miembro afectado. Se analizaron 735 casos correspondientes a 565 caballos, de los cuales el 38.4% (282/735) fue positivo a la fractura del tercer metacarpo, y el 93.3% (263/282) de las fracturas fue en la corteza diafisiaria. Para la variable sexo se encontró el 38.6% (187/485) de machos fracturados y 38% (95/250) de hembras fracturadas, siendo la asociación estadística no significativa ($p > 0.05$) con una asociación del 0.5%. Para la variable peso se encontró el 43.9% (54/123) de livianos fracturados, 36.1% (160/443) de medianos fracturados y 40.2% (68/169) de pesados fracturados, siendo la asociación estadística no significativa ($p > 0.05$) con una asociación del 6%. Para la variable edad se encontró el 28.3% (128/453) de jóvenes fracturados, 55.7% (142/255) de adultos fracturados y 44.4% (12/27) de mayores fracturados, siendo la asociación estadística significativa ($p < 0.001$) con una asociación del 26.7%. Para la variable miembro afectado el 37.9% (122/322) de los miembros derechos se fracturaron y 38.7% (160/413) de izquierdos se fracturaron, siendo la asociación estadística no significativa ($p > 0.05$) con una asociación del 0.9%. Las fracturas en el tercer metacarpo son frecuentes y la mayoría se da en la corteza diafisiaria; el sexo, peso y miembro afectado no influyen en la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo y la edad es un factor que influye en la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo.

Key words: fractura, tercer metacarpo, caballos de carreras

ABSTRACT

Determine the frequency of third metacarpal fractures and the location, and analyze statistically significant association ($p < 0.05$) with the sex, weight, age and the limb affected in racehorses attended with third metacarpal pain at the Monterrico Hippodrome Veterinary Clinic since January 2016 until December 2019. The radiographic images of the horses that arrive with third metacarpal pain were examined. The data was presented in a table determining the frequency and percentage, and was analyzed if the fractures present significant statistical association ($p < 0.05$) and if the percentage of the association between fractures and variables sex, weight, age and limb affected through a test of V Cramer. 735 cases of 565 horses were analyzed. Of these, 38.4% (282/735) were positive to the third metacarpal fracture and the 93.3% (263/282) were diaphysis fracture. For the variable sex 38.6% (187/485) of male were fractured and 38% (95/250) of female were fractured, the statistical association was not significant ($p > 0.05$), with an association of 0.5%. For the variable weight 43.9% (54/123) of lightweight were fractured, 36.1% (160/443) of medium weight were fractured and 40.2% (68/169) of heavyweight were fractured, the statistical association was not significant ($p > 0.05$), with an association of 6%. For the variable age 28.3% (128/453) of young were fractured, 55.7% (142/255) of adults were fractured and 44.4% (12/27) of elder were fractured, the statistical association was not significant ($p < 0.001$), with an association of 26.7%. For the variable limb affected 37.9% (122/322) of right limb were fractured and the 38.7% (160/413) of left limb were fractured, the statistical association was not significant ($p > 0.05$), with an association of 0.9%. Fractures in the third metacarpal bone are frequent in Thoroughbred horses of the Monterrico hippodrome: Sex, weight and the limb affected do not influence the frequency of third metacarpal fractures, the age is a factor that influences the third frequency of third metacarpal fractures.

Key words: fracture, third metacarpal, racehorses

INTRODUCCIÓN

El Caballo Pura Sangre de Carrera

La raza más usada para las carreras de caballos son los Pura Sangre, la cual es una raza artificial donde el hombre interfirió para su subsistencia, evolución y perfeccionamiento (Deraga, 2007; Rusell, 2009). Según Baxter y Adams (2011) los caballos de carreras Pura Sangre, debido a la actividad que realizan, tienen una mayor tasa de incidencia de problemas en el aparato locomotor, el cual es el factor de mayor importancia para el desempeño de los equinos (Mendoza, 2008). Además, para González (2007) y Cogger et al. (2005) la frecuencia de enfermedades musculoesqueléticas en esta raza es alta: 64% y 60% respectivamente.

Fracturas en el Tercer Metacarpo

De acuerdo con Fortini (2011), al menos el 95% de las claudicaciones se producen por lesiones del carpo hacia abajo; además Cogger et al. (2008) menciona que el tercer metacarpo es el sitio más común para las lesiones musculoesqueléticas siendo la lesión más común la periostitis metacarpiana, según Pavez (2005) el tercer metacarpo representa el 14,3% aproximadamente del total de estructuras radiografiadas. Las fracturas del tercer metacarpo son comunes y tienen una mayor incidencia que fracturas en otras estructuras óseas (Verheyen y Wood, 2004; Baxter y Adams, 2011; Nixon, 2020) ya que el tercer metacarpo es un hueso desprovisto de músculos que lo recubren.

Anatomía del tercer metacarpo

El tercer metacarpo se encuentra entre el carpo y la falange proximal; y al ser un hueso largo y robusto, es elástico, pero poco plástico (Getty, 2001; Köning et al., 2013). Tiene como función la transmisión de fuerzas, y posee una corteza dorsal sujeta a variaciones de movimiento, pudiendo ser afectada por el ejercicio o falta de este. A medida que el animal va entrenando, el tercer metacarpo cambia su forma y espesor volviéndose más redondeado y grueso. Esta remodelación ante fuerzas que afectan al hueso hace que éste sea más propenso a futuras lesiones (Lawrence, 2005; González, 2007).

Clasificación de Fracturas del Tercer Metacarpo

Las fracturas en el tercer metacarpo se pueden clasificar como completa o incompleta, simple o conminuta, con o sin desplazamiento, abierta o cerrada y articular (Mendoza, 2008). La mayoría de las fracturas en el tercer metacarpo son incompletas y comúnmente son llamadas fisuras, una línea recta o cóncava que va desde la corteza dorsal en dirección proximal en un ángulo de 35°- 45°, rara vez se extienden y vuelven a la corteza dorsal formando una fractura de platillo (Stover, 2015; Nixon, 2020). Otras fracturas relativamente frecuentes son las fracturas condilares, que pueden ser desplazadas o no, completas o incompletas, pudiendo o no comprometer el hueso sesamoideo proximal (Nixon, 2020). Parkin et al. (2004a, 2004b) encontraron que las fracturas condilares del tercer metacarpo / metatarso fueron las fracturas irreparables más comunes en el Reino Unido.

Factores predisponentes

Peso

Las lesiones en los caballos son muy comunes debido a factores de riesgo como el peso (Castro y Giraldo, 2008; Yim et al., 2007); para algunos autores como Baxter y Adams (2011) alrededor del 60-65% del peso lo soportan las extremidades anteriores teniendo una fuerza mayor de choque. González (2007) menciona que los animales de gran tamaño en crecimiento deben ser entrenados más lentamente, ya que un caballo galopando en velocidad puede hasta triplicar su peso corporal en la parte inferior de sus extremidades.

Sexo

Boden et al. (2007) mencionan que el efecto de las hormonas sexuales sobre la densidad ósea y el peso corporal y las diferencias de comportamiento entre sementales, castrados y yeguas también pueden influir en el riesgo de lesiones y deben considerarse, además hay una voluntad de los propietarios de retirar a las hembras lesionadas de las carreras antes que los machos lesionados, ya que las hembras se rescatan con fines reproductivos.

Lesiones preexistentes

Muchas veces las fracturas del tercer metacarpo son el resultado de pequeñas lesiones o microfracturas en el periostio (periostitis metacarpiana) que no fueron resueltas debidamente (Nixon, 2020); la

descripción clásica de la patogénesis se asocia con fracturas, por fatiga, por estrés y microfracturas en el aspecto dorsal de la diáfisis media que ocurren durante el período de crecimiento del hueso largo (Maeda et al., 2016). Boston y Nunamaker (2000) describen una frecuencia de la periostitis metacarpiana de 86% y Couch y Nielsen (2017) de 40%; y de acuerdo con Nunamaker (2002) el 12% de animales que desarrollan periostitis metacarpiana terminan en fracturas, hasta un año después de la lesión inicial. Estas lesiones se produce por cargas repetitivas que causan daño durante el entrenamiento, lo que incita una respuesta de reparación ósea que lleva a una remodelación la cual implica una secuencia de resorción osteoclástica inicial seguida de una síntesis osteoblástica de la matriz ósea en donde aumenta la porosidad y disminuye la resistencia, si continúan las cargas, el hueso responde formando un tejido fibroso tipo periostio, el cual ya es patológico y se aumenta el riesgo de sufrir fracturas (Stover, 2017). Este efecto también se da cuando el animal se reintroduce al entrenamiento después de un periodo de falta de ejercicio (Hiney et al., 2004). Cuando no hay un buen tratamiento de la periostitis metacarpiana y el animal continua su entrenamiento, estas microfracturas se propagan formando una fractura por estrés (Kneller 2007; Cañart 2012; Mackinnon et al., 2015; Gray et al., 2017).

Edad

Otro factor muy importante que influye en la presentación de las fracturas del tercer metacarpo es la edad. Según Nixon (2020) las fracturas por estrés metacarpiano son frecuentes en caballos de raza Pura Sangre de tres años y pueden representar el efecto de la acumulación de estrés. La incidencia de la periostitis metacarpiana en los caballos de dos años varían entre 65% (Cogger et al., 2008) y 24% (Verheyen et al., 2005) y muy rara vez ocurre en animales viejos (Couch y Nielsen, 2017) pudiendo desencadenarse una fractura del tercer metacarpo en caballos jóvenes, los cuales son entrenados durante el período de crecimiento óseo; además el microdaño del hueso cortical dorsal se acumula más rápido que la remodelación ósea como respuesta adaptativa o compensatoria del hueso (Maeda et al., 2016). Baxter y Adamas (2011) mencionan que las fracturas en el tercer metacarpo se dan con mayor frecuencia en caballos jóvenes, algunos autores relacionan el riesgo de fracturas en el tercer metacarpo con el primer año de carrera, además resaltan que existe una relación de la edad con la primera carrera, así los caballos que empezaron a correr a los tres o cuatro años son más propensos que los que empezaron a los dos años, ya que los caballos adultos tienen huesos más rígidos que los caballos jóvenes (Parkin et

al.,2004b; Nixon, 2020). Según Dujovne (2004) un indicador de madurez ósea es el cierre de cartílago de crecimiento distal del radio, sirviendo como referencia para empezar el entrenamiento.

Diagnóstico

Las fracturas del tercer metacarpo se pueden detectar con facilidad al observarse un área engrosada en la superficie dorsal, con crepitaciones y pérdida de continuidad (Nixon, 2020; Baxter y Adams, 2011; Cañart 2012). Las fracturas incompletas por estrés se observan radiográficamente en proyecciones latero medial (LM), oblicuas dorso latero palmo medial (DLPMO) y oblicuas dorso medio palmo lateral (DMPLO); se aprecian una o varias líneas rectas u oblicuas en ángulos de 35° a 45° (Nixon, 2020). En cambio, las fracturas condilares se aprecian mejor en proyecciones dorso palmar (DP) (González, 2007; Mendoza, 2008; Nixon 2020).

Pronóstico

Las fracturas incompletas por estrés tienen un buen pronóstico: alrededor del 83% volvieron a su nivel anterior de rendimiento (Jalim et al., 2010). En cambio, para las fracturas condilares del tercer metacarpo es reservado ya que no siempre el caballo vuelve al mismo nivel de entrenamiento. Según Cogger et al. (2004) existe un cierto índice de recurrencia de 23%, y González (2007) encontró 16%. El tiempo en que estas fracturas recurren según González (2007) es entre los siete y 17 meses después del inicio del entrenamiento y Richardson (2012) encontró que este tiempo es de seis meses a un año.

Propósito del Estudio y Objetivo

Cuando hay una fractura en el tercer metacarpo el caballo queda imposibilitado de ejercitarse y por ende de correr. Esto genera un gran impacto económico en los propietarios, los cuales expresan una inquietud en conocer la frecuencia de caballos fracturados en el tercer metacarpo. Es importante analizar si hay asociación significativa entre fracturas con el sexo, peso, edad y miembro afectado, para poder tomar decisiones en el entrenamiento, cuidado y salud del animal; ante estos problemas de salud y económicos que influyen este tipo de fracturas.

El objetivo de esta investigación es determinar la frecuencia de fracturas del tercer metacarpo y su ubicación; y analizar si hay asociación entre las fracturas con las variables sexo, peso, edad y miembro afectado en caballos de carrera atendidos por dolor en el tercer metacarpo en la Clínica Veterinaria del Hipódromo de Monterrico, durante el periodo comprendido desde enero 2016 a diciembre 2019.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Lugar de estudio. Clínica Veterinaria Servicios Veterinarios de Monterrico S.A. ubicada en el Hipódromo de Monterrico ubicado en el distrito de Santiago de Surco en la Provincia de Lima – Perú ($12^{\circ}05'34''S$ $76^{\circ}58'38''O$); el estudio comenzó en enero 2016 y culminó en diciembre 2019.

Animales. Se llegaron a evaluar 1451 imágenes radiográficas correspondientes a 565 caballos de carreras Pura Sangre. Como criterio de inclusión se consideraron todas las radiografías del tercer metacarpo pertenecientes a caballos de carreras Pura Sangre en entrenamiento, los cuales fueron previamente evaluados por el médico veterinario de turno en la Clínica Veterinaria Servicios Veterinarios de Monterrico S.A., presentando algún signo clínico de inflamación en el tercer metacarpo, como dolor, calor, hinchazón y claudicación a partir del grado I. Cabe mencionar que un animal pudo haber sido considerados más de una vez en el estudio los que al principio fueron incluidos dando negativos a la fractura del tercer metacarpo y luego regresaron con una fractura evidente se volvieron a contar, y los animales que previamente se incluyeron en el estudio y luego regresaron con lesión del tercer metacarpo en el miembro contrario se volvieron a incorporar en el estudio. Como criterio de exclusión se consideraron los caballos con fracturas preexistentes en el tercer metacarpo, antes de enero 2016.

Equipos. Se utilizó una laptop Hp Elitebook 8440p con programa Image Pilot, año versión y las imágenes fueron tomadas por una máquina de rayos X portátil modelo Mini X Ray HF8015+, chasis marca ImagePilot Aero para casos ortopédicos y una máquina para procesar radiografías digitales MINXRAY

Procedimiento Metodológico

Se analizaron un total de 1451 imágenes radiográficas correspondientes a 735 casos de 565 caballos de carreras Pura Sangre. Los animales que llegaron a la clínica con algún signo de dolor en el tercer metacarpo fueron previamente evaluados por el médico veterinario de turno mediante un examen clínico a criterio del profesional que consistió en una anamnesis, examen en estación, en movimiento, palpación y flexión; para los casos que se sospechaba de una fractura en la corteza diafisaria, se tomaron placas radiográficas a criterio del profesional en las posiciones LM, DLPMO, DMPLO, DP; la máquina portátil de rayos X estuvo previamente calibrada a kV 80 y mAs/sec 20 y se examinaron las imágenes radiográficas y se determinó si hubo o no fractura del tercer metacarpo.

Para la recopilación de datos se utilizó una ficha de registro la cual incluyó fecha, nombre del ejemplar, propietario, sexo, peso (kg), edad (años/meses), miembro afectado (derecho / izquierdo), lugar de fractura y tipo de fractura (incompleta / completa). Para efecto del trabajo la edad y el peso, se agruparon en tres grupos, tomando la edad y peso, menor y mayor como referencia; joven “J” (1-3.06 años), adulto “A” (3.07-6.06 años) y mayores “M” (6.07-10.06 años); liviano “L” (385-444 kg), mediano “M” (445-502 kg) pesado “P” (503-560 kg).

Las fracturas se definieron como un área radiolúcida en el tercer metacarpo, ubicadas en la corteza dorsal (Figura 1a) o condilares (Figura 1b), las cuales pueden ser incompletas (Figura 1b) o completas (Figura 1c).

Análisis Estadístico

Los datos se presentaron en una tabla determinando la frecuencia y porcentaje por año, además se analizó si presenta asociación estadística significativa con la prueba de p-valor menor a 0.05 ($p < 0.05$) y el porcentaje de la asociación mediante la prueba de V Cramer, el cual necesita tener previamente calculado el valor de Chi Cuadrado con un nivel de confianza del 95%, con las variables asociadas con la presentación de fracturas en el tercer metacarpo como el sexo, peso, edad y miembro afectado.



Figura 1a: imagen radiográfica de tercer metacarpo con fractura en corteza dorsal incompleta



Figura 1b: imagen radiográfica de tercer metacarpo con fractura condilar incompleta



Figura 1c: imagen radiográfica de tercer metacarpo con fractura condilar completa

RESULTADOS

En la presente investigación se llegaron a analizar 735 casos correspondientes a 565 caballos, de los cuales el 38.4 % (282/735) fueron positivos a la fractura del tercer metacarpo; mientras que el 61.6% (453/735) no presentaron fractura en dicho hueso (Figura 2). Las fracturas en la corteza diafisaria fueron 93.3% (263/282) y el 6.7% (19/282) en la epífisis (Figura 3). No se encontraron fracturas completas en la corteza diafisaria, pero en la epífisis, el 47.4% (9/19) fueron fracturas completas.

La distribución de los datos con o sin fractura con respecto al sexo se muestran en el Cuadro 1 y Figura 4. De todos los fracturados 66% (187/282) fueron machos y 34% (95/282) fueron hembras y se encontró el 38.6% (187/485) de machos fracturados y 38% (95/250) de hembras fracturadas, con una asociación no significativa de 0.5% ($p>0.05$) y un nivel de confianza del 95%.

La distribución de los datos con o sin fractura con referencia al peso se muestran en el Cuadro 2 y Figura 5. De todos los fracturados 19.1% (54/282) fueron livianos, 56.7% (160/282) fueron medianos y 24.1% (68/282) pesados y se encontró el 43.9% (54/123) de livianos fracturados, 36.1% (160/443) de medianos fracturados y 40.2% (68/169) de pesados fracturados, con una asociación no significativa de 6% ($p>0.05$) y un nivel de confianza del 95%.

La distribución de los casos con o sin fractura con la edad se muestran en el Cuadro 3 y figura 6. De todos los fracturados 45.4% (128/282) fueron jóvenes, 50.3% (142/282) fueron adultos y 4% (12/282) mayores y se encontró el 28.3% (128/453) de jóvenes fracturados, 55.7% (142/255) de adultos fracturados y 44.4% (12/27) de mayores fracturados, siendo la diferencia altamente significativa ($p<0.001$) con una asociación del 26.7% y un nivel de confianza del 95%.

La distribución de los datos con o sin fractura con respecto al miembro afectado se muestran en el Cuadro 4 y Figura 7. De todos los fracturados 43.3% (122/282) fueron del miembro derecho y 56.7% (160/282) del izquierdo y se encontró el 37.9% (122/322) de los miembros derechos fracturados y 38.7% (160/413) de izquierdos fracturados, con una asociación del 0.9% no existiendo diferencia significativa ($p>0.05$) y un nivel de confianza del 95%.

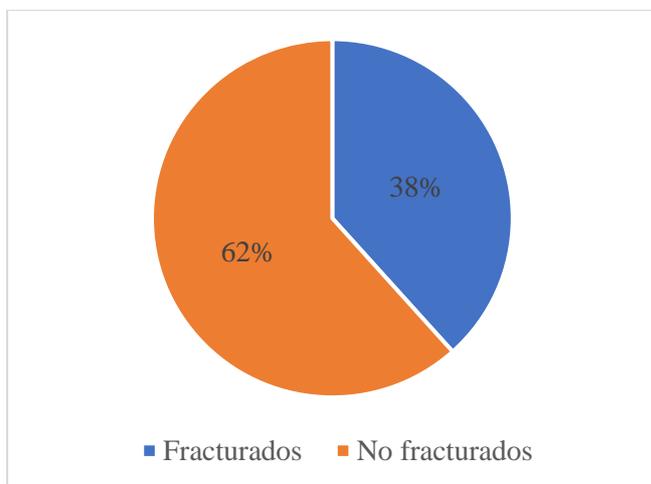


Figura 2. Frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo

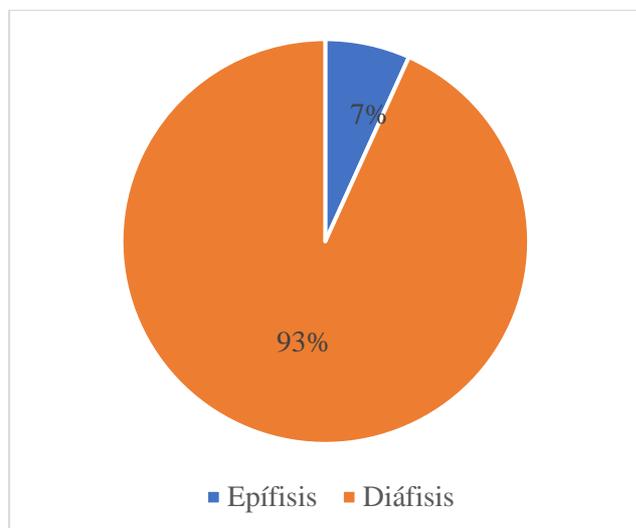


Figura 3: Frecuencia de fracturas según área afectada

Cuadro 1. Frecuencia y porcentaje de fracturas según el sexo de caballos evaluados

Condición		Sexo		V Cramer	p-valor
		Macho	Hembra		
Con fractura	n	187	95	0.005	0.883
	%	38.6%	38.0%		
Sin fractura	n	298	155		
	%	61.4%	62.0%		
Total	n	485	250		
	%	66.0%	34.0%		

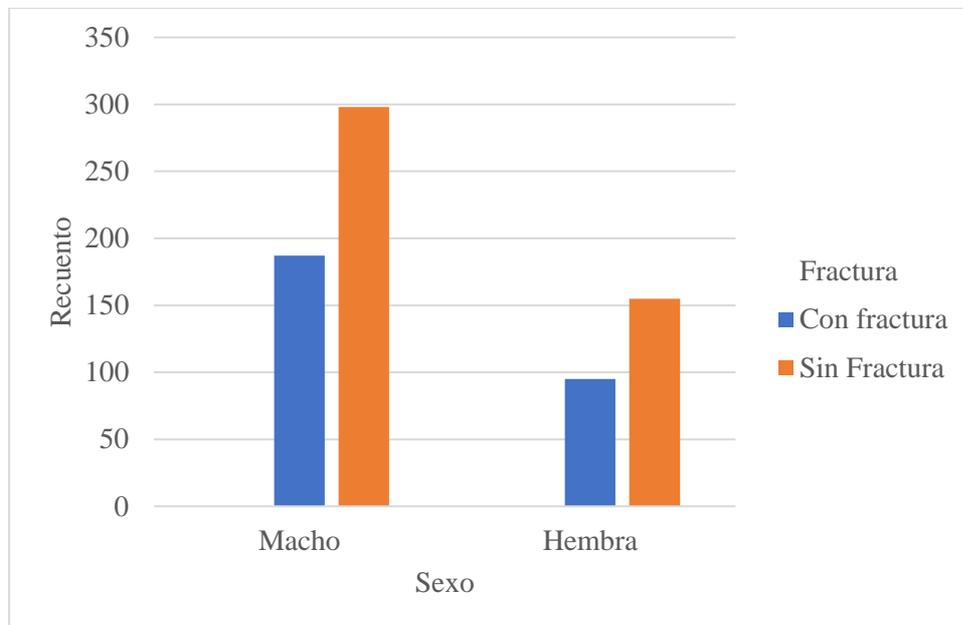


Figura 4. Frecuencia y porcentaje de fracturas según el sexo de caballos evaluados

Cuadro 2. Frecuencia y porcentaje de fracturas según el peso de caballos evaluados

Condición	Peso			V Cramer	p-valor	
	Liviano	Mediano	Pesado			
Con fractura	n	54	160	68	0.060	0.625
	%	43.9%	36.1%	40.2%		
Sin fractura	n	69	283	101		
	%	56.1%	63.9%	59.8%		
Total	n	123	443	169		
	%	16.7%	60.3%	23.0%		

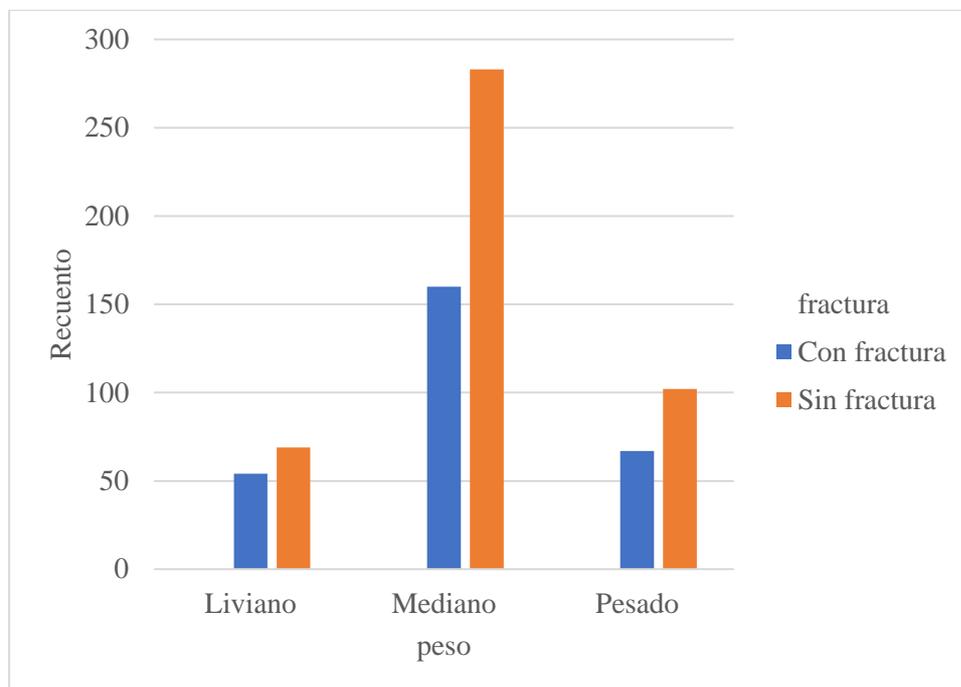


Figura 5. Frecuencia y porcentaje de fracturas según el peso de caballos evaluados

Cuadro 3. Frecuencia y porcentaje de fracturas según la edad de caballos evaluados

Condición	Edad			V Cramer	p-valor	
	Jóvenes	Adultos	Mayores			
Con fractura	n	128	142	12	0.267	0.000
	%	28.3%	55.7%	44.4%		
Sin fractura	n	325	113	15		
	%	71.7%	44.3%	55.6%		
Total	n	453	255	27		
	%	61.6%	34.7%	3.7%		

* $p < 0.001$

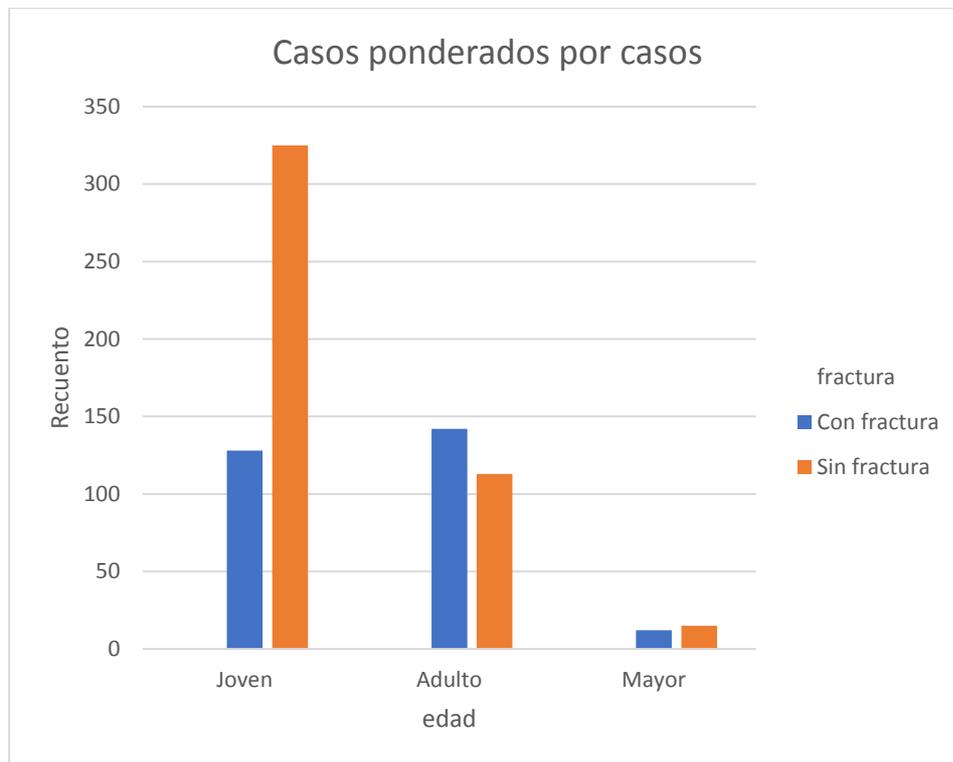


Figura 6. Frecuencia y porcentaje de fracturas según la edad de caballos evaluados

Cuadro 4. Frecuencia y porcentaje de fracturas según el miembro afectado

Condición	Miembro afectado		V Cramer	p-valor
	Derecho	Izquierdo		
Con fractura		122	0.009	0.814
	%	37.9%		
Sin fractura	n	200	0.009	0.814
	%	62.1%		
Total	n	322		
	%	43.8%		

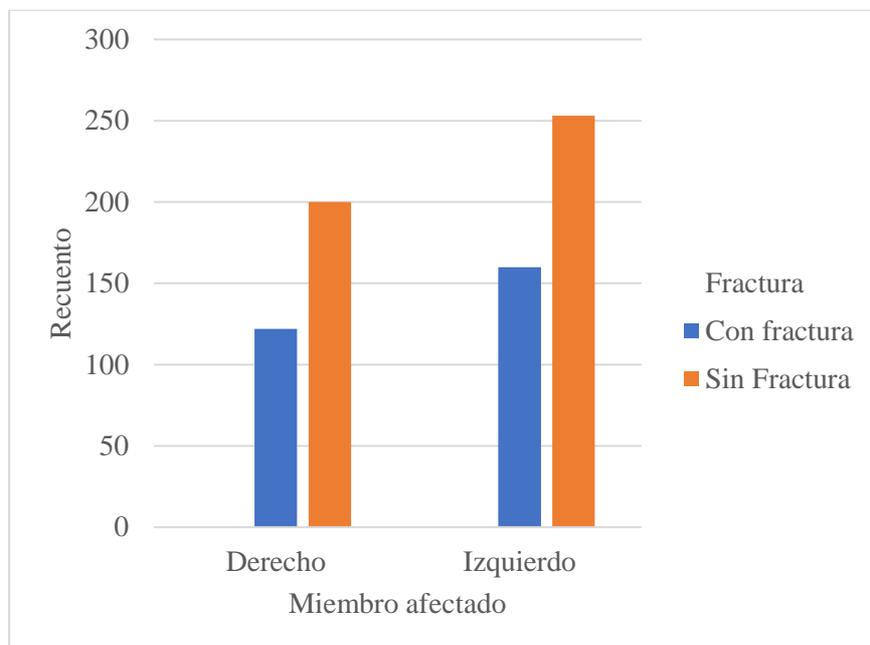


Figura 6. Frecuencia y porcentaje de fracturas según el miembro afectado

DISCUSIÓN

Frecuencia de fracturas

Del total de casos de lesiones en el tercer metacarpo encontramos una frecuencia de fracturas del 38.4% (282/735) (Figura 2), esta frecuencia es mayor que la informada por Pavez (2005) quien en su estudio radiográfico de extremidades en caballos de competencia en el Hipódromo de Concepción encontró que el 14% (58/423) de las estructuras radiografiadas fueron de la caña y del total de fracturas, el 20% (17/83) fueron del tercer metacarpo; para ponerlo en contexto con el presente estudio podemos extrapolar que Pavez (2005) encontró un 29% (17/58) de fracturas en el tercer metacarpo; esta diferencia se puede deber a que en el estudio de Pavez se utilizó una máquina de radiografías convencional, en cambio en el presente estudio se utilizó una máquina de radiografías digitales, la cual es superior en relación a la nitidez, contraste, diferencia de densidades y nos permite ampliar la imagen lo que favorecería la identificación de lesiones; además el estudio de Pavez tiene una población menor a la estudiada en el presente trabajo, lo cual podría afectar la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo.

Otras investigaciones que encontraron menor frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo fueron las de Ely et al. (2009), Verheyen y Wood (2004) y Samiullah et al. (2017), quienes en sus respectivos estudios epidemiológicos de fracturas en caballos de carreras en entrenamiento en el Reino Unido (Ely et al., 2009; Verheyen y Wood, 2004) y en Kenia (Samiullah et al., 2017), encontraron que del total de fracturas en los miembros el 23% (19/83) según Ely et al. (2009), el 19.6% (24/148) según Verheyen y Wood (2004) y el 7.8% (4/51) según Samiullah et al. (2017) correspondían a fracturas en el tercer metacarpo; estas frecuencias más bajas a las que encontramos en el presente estudio se pueden deber a que dichos autores recopilaban datos de diferentes entrenadores a conveniencia (Ely et al., 2009; Verheyen y Wood, 2004), a través de sus veterinarios, en cambio el actual estudio evaluó todos los caballos que llegaron a la clínica, además los estudios antes mencionados incluyeron todas las fracturas, de diferentes huesos, mientras que en esta investigación solo se evaluaron lesiones en el tercer metacarpo, lo cual la hace más específica, asimismo todos los estudios antes mencionados tienen una población menor a la estudiada en el presente trabajo, esto podría afectar la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo.

En igual forma Gadallah et al. (2014) el cual realizo un estudio radiográfico de fracturas en extremidades de caballos de diferentes razas y actividades en Giza Egipto encontraron un 12.9% (10/77) de fracturas en el tercer metacarpo, este porcentaje es bajo en comparación con el presente estudio, esto se puede deber a que el presente estudio fue realizado en caballos de carreras los cuales pueden tener una mayor exigencia física y por ende más lesiones en el tercer metacarpo.

Además, las diferencias encontradas con respecto a la frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo entre este trabajo y otros podría deberse a variaciones en la definición de casos de fractura, lo que pueden sobreestimar o subestimar la tasa de frecuencia dificultando su comparación, ya que en muchos casos las pequeñas fracturas incompletas en la corteza diafisiaria se toman como microfracturas o como una periostitis metacarpiana, en cambio en este estudio se tomaron como fracturas incompletas.

Otro factor que podría justificar una frecuencia mayor en esta investigación con respecto a otras es la diferencia que hay entre una pista de carreras de un hipódromo y otro, ya que esta se ve afectada por factores como el clima, humedad, temperatura, y material que constituye la pista así como el mantenimiento que reciba, lo que podría alterar su compactación y dureza, afectando la condición física de los caballos en el entrenamiento y las carreras. También se ha encontrado que puede haber diferencias de acuerdo a la exigencia del entrenamiento que cada entrenador asigna a su propio criterio, pudiendo llegar a una sobreexigencia, Cogger et al. (2008) encontró un efecto significativo del entrenador en las lesiones musculoesqueléticas, lo que podría tener un efecto en la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo.

En el presente estudio se encontró un 6.7% (19/282) de fracturas condilares del total de fracturas en el tercer metacarpo (figura 3), muy parecido a lo que encontraron Verheyen y Wood (2004) en caballos de carreras en el Reino Unido, encontrando que del total de fracturas en el tercer metacarpo el 4 % (1/24), fueron condilares; en este estudio las fracturas condilares no representan una gran frecuencia ya que la mayoría que se encontró son incompletas en la corteza diafisiaria las cuales se dan por el entrenamiento y no por un evento específico como las condilares.

La mayoría de las fracturas del tercer metacarpo ocurren en ausencia de un evento traumático específico y no son una causa de muerte, aun así, Reardon et al. (2014) mediante evaluación post mortem de fracturas durante las carreras en Gran Bretaña encontraron que de todas las fracturas irreparables el 59.5% (88/148) fueron en el tercer metacarpo, mientras que Wylie et al. (2010) encontraron 4.8% (8/144) y Morales et al. (2010) mencionaron que el 20% de las causas de muertes fueron a consecuencia de fracturas del tercer metacarpo. En el presente estudio no se encontraron fracturas irreparables del tercer metacarpo ya que estas se dan en las pistas de carreras o entrenamiento dando lugar a la eutanasia del animal fuera de la clínica.

Efecto del Sexo sobre Frecuencia de Fracturas

Al analizar la asociación del sexo con la frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo encontramos que no hay una asociación estadística significativa ($p > 0.05$) y tiene una asociación baja de 0.5% con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, el sexo no afecta la frecuencia de fracturas (cuadro 1); esto concuerda con los estudios de Cogger et al. (2004) y González (2007).

A pesar que no se encontró una asociación estadística significativa entre el sexo y la frecuencia de fracturas, la mayoría de estas se dieron en los machos 66% (187/282), esto fue similar al resultado que obtuvieron Verheyen y Wood (2004) con un 67% en machos y un 33% en hembras y Ely et al. (2009) encontraron 79.8% en machos y 12.5% en hembras, pero a pesar de la diferencia que encontraron entre machos y hembras tampoco hallaron asociación estadística significativa entre el sexo y la frecuencia de fracturas. Esta diferencia entre machos y hembras en la presente investigación se puede deber a que llegaron a consulta un mayor número de machos y esto gracias a que dentro de machos incluimos a los enteros y castrados, además hay una voluntad de los propietarios de retirar a las hembras lesionadas de las carreras antes que los machos lesionados, ya que las hembras se rescatan con fines reproductivos; y los machos castrados sin valor reproductivo continúan la carrera a pesar de la lesión subclínica, así mismo hay mayor número de machos dentro del Hipódromo de Monterrico esto gracias a un mayor interés de los propietarios en adquirir a los machos por su rendimiento.

En el presente estudio no se encontró una asociación estadística significativa entre el sexo y la frecuencia de fracturas. Posiblemente se deba al desarrollo precoz en las hembras, aumentando la probabilidad de

sufrir lesiones en el tercer metacarpo. A medida que transcurre el desarrollo del caballo, el nivel de competencia en las hembras se estanca, mientras que en el caso de los machos sube. Por tal motivo, se incrementan las lesiones en el tercer metacarpo en los machos, igualándose la frecuencia de fracturas entre machos y hembras.

Por otra parte, un estudio que encontró asociación significativa fue el de Sun et al. (2018), quienes mencionan que los machos son más propensos en sufrir fracturas y lesiones en general. Según Cogger et al (2008) los machos son 1,61 veces (IC del 95%: 1,12-2,32) más propensos que las hembras a la periostitis metacarpiana lo que podría explicar una mayor tasa de futuras fracturas. Georgopoulos y Parkin (2016a,b) encontraron que los machos enteros tienen 47% más de probabilidades de sufrir una fractura en diferentes huesos que los castrados y las hembras en las carreras de caballos de Pura Sangre en Norte América y explican que esto se puede deber a la diferencia en el entrenamiento entre machos y hembras lo que no sucede en los animales del presente estudio puesto que hembras y machos reciben el mismo entrenamiento; según Gadallah et al. (2014) también puede haber diferencia porque el temperamento de machos y hembras no es el mismo.

Efecto del Peso sobre Frecuencia de Fracturas

Al analizar la asociación del peso con la frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo encontramos que no hay una asociación estadísticamente significativa ($p > 0.05$) y hay una asociación baja de 6% con un nivel de confianza del 95% entre el peso y la frecuencia de fracturas por lo tanto, el peso no afecta la frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo (cuadro 2), lo que concuerda con el estudio de Dabareiner et al. (2005) quienes no encontraron asociación significativa entre las lesiones musculoesqueleticas y el peso corporal ($P = 0,890$) en caballos utilizados para las carreras de barriles.

Por lo contrario, el estudio de Gadallah et al. (2014) al realizarse en caballos de diferentes razas y actividades el rango de peso fue más amplio (80-500 Kg) a diferencia del presente estudio, hallando que el peso si influye sobre las fracturas en general, encontrando una mayor relación entre el peso y la frecuencia de fracturas.

La razón por la que el presente estudio no encontró una asociación estadística significativa entre el peso y la frecuencia de fracturas, se debe a que los caballos de carreras al ser animales de gran tamaño tienen el sistema musculoesquelético acondicionado para soportar más peso, además al ser atletas siempre están en un rango óptimo de peso, a fin de no sobre exigir su entrenamiento.

Efecto de la Edad sobre la Frecuencia de Fracturas

Con respecto a la edad sobre la frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo encontramos que hay una asociación estadística significativa ($p < 0.01$), y hay una asociación de 26.7% con un nivel de confianza del 95% (cuadro 3), por lo tanto, la edad sí influye en la frecuencia de fracturas, encontrando que los adultos (3.07-6.06 años) fueron los más propensos a sufrir fracturas en el tercer metacarpo (figura 5); esto fue similar a lo que encontraron Verheyen y Wood (2004) y Sun et al. (2018), los cuales hallaron que del total de fracturas el 42.6% (63/148) fueron de dos años y el 43.9% (65/148) en animales de tres años (Verheyen y Wood, 2004); y el 17.9% (32/179) fueron en animales de dos a tres años, 50.3% (90/179) de cuatro a cinco años y 26.8% (48/179) de seis a siete años (Sun et al. 2018); otro estudio con similares resultados fue Jalim et al. (2010) los cuales encontraron en su trabajo sobre el tratamiento de fracturas en el tercer metacarpo, que la edad media fue de tres años, lo que concuerda con el presente estudio en donde los adultos (3.07-6.06 años) fueron más propensos a sufrir fracturas en el tercer metacarpo; así mismo Gadallah et al. (2014) menciona que la edad sí influye en la frecuencia de fracturas, aunque el rango de edad en el estudio de Gadallah et al. (2014) fue de 1 a 15 años dividiéndolos en menores de 1 año, 1-2 años y 2-15 años en cambio el rango de edad del presente estudio fue de 1 a 11 años dividiéndolos en tres grupos proporcionales.

La mayor frecuencia de fracturas a partir de los tres años puede explicarse debido a que los cambios en la parte media del tercer metacarpo ocurren principalmente entre los dos y tres años, continuando ocasionalmente hasta los 4.57 años (Couch y Nielsen, 2017), haciéndolo más propenso a sufrir fracturas; Parkin, et al (2004a) y Georgopoulos y Parkin (2016a) concluyeron que la frecuencia de la fractura va relacionado con el primer año de entrenamiento en lugar de la edad por sí sola y O' Sullivan y Lumsden (2002) lo relacionan con el segundo año de entrenamiento; esto explicaría que la mayor cantidad de

fracturas se den en caballos mayores de 3 años ya que estos empiezan a entrenar a los 2 años y sufren las fracturas del tercer metacarpo a partir de los 3 años de edad. Sin embargo, Stover (2015) encontró que las fracturas por estrés en el tercer metacarpo se pueden dar a cualquier edad.

Efecto del Miembro Afectado sobre Frecuencia de Fracturas

Al analizar la asociación del miembro afectado con la frecuencia de fracturas en el tercer metacarpo encontramos que no hay una asociación estadística significativa ($p > 0.05$) siendo esta asociación muy baja (0.9%) con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, los caballos lesionados que participaron en el presente estudio presentaron indistintamente fracturas en el tercer metacarpo derecho o el izquierdo (cuadro 4), lo que coincide con lo que encontraron muchos investigadores como Ely et al. (2009), Wylie et al. (2010), Reed et al. (2012) y Stover (2015).

A pesar que no se encontró una asociación estadística significativa entre el miembro afectado y la frecuencia de fracturas, un mayor número de caballos que llegaron a consulta 56.2% (413/735) y fracturados 38.7% (160/282) fueron en el miembro izquierdo, lo que se podría deber a que cuando los caballos corren lo hacen en sentido antihorario a las agujas del reloj y se podría esperar una mayor tensión en el miembro izquierdo.

Sin embargo existen trabajos que sí encontraron asociación estadística significativa entre el miembro afectado y la frecuencia de fracturas como el de Jalim et al. (2010), Beisser et al. (2011) y Sun et al. (2018) quienes concluyen que la extremidad anterior izquierda sufre más lesiones musculoesqueléticas en caballos Pura Sangre; Jalim et al. (2010) y Beisser et al. (2011) atribuyen este resultado a la dirección de las carreras, las cuales tanto en Estados Unidos (Beisser et al. 2011) como en Australia (Jalim et al., 2010) son en sentido antihorario al igual que en el hipódromo en donde se realizó el presente estudio, lo que podría explicar la mayor cantidad de caballos lesionados del miembro izquierdo, pero aun así no se encontró una asociación estadística significativa; en cambio el estudio de Sun et al. (2018) se realizó en Hong Kong en donde las carreras son en sentido horario a pesar de ello encontró que la extremidad izquierda sufre más lesiones.

CONCLUSIONES

- Las fracturas en el tercer metacarpo tienen una frecuencia de 38.4% en los caballos pura sangre del hipódromo de Monterrico, lo cual es alto en comparación con otros estudios revisados.
- La mayoría de las fracturas en el tercer metacarpo se dan en la corteza diafisiaria.
- Las variables sexo, peso y miembro afectado no influyen en la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo.
- La edad es un factor que influye en la frecuencia de las fracturas en el tercer metacarpo.

LITERATURA CITADA

1. Baxter GM and Adams OR 2011. Adams and Stashak's lameness in horses. 6^a ed. Chichester, United Kingdom: Wiley-Blackwell.
2. Beisser A, McClure S, Wang C, Soring K, Garrison R, Peckham B. 2011. Evaluation of catastrophic musculoskeletal injuries in Thoroughbreds and Quarter Horses at three Midwestern racetracks. *J Am Vet Med Assoc.* 239(9):1236-1241. doi:10.2460/javma.239.9.1236
3. Boden L, Anderson G, Charles J, Morgan K, Morton J, Parkin T, Clarke A, Slocombe R. 2007. Risk factors for Thoroughbred racehorse fatality in flat starts in Victoria, Australia (1989–2004). *Equine vet. J.* 39(5): 430-437. doi: 10.2746/042516407X183162
4. Boston R.; Nunamaker D. 2000. Gait and speed as exercise components of risk factors associated with onset of fatigue injury of the third metacarpal bone in 2 year old Thoroughbred racehorses. *American Journal of Veterinary Research* 61(6):602-608. doi:10.2460/ajvr.2000.61.602
5. Cañart M. 2012. Diagnostico de lesiones en las extremidades de caballos de polo (Loja, Riobamba, Cuenca). Tesis de Medico Veterinario Zootecnista. Loja: Universidad Nacional de Loja. 90p.
6. Castro S, Giraldo L. 2008. Caracterización ultrasonográfica de los ligamentos colaterales de la articulación metacarpo-falángica en el caballo criollo colombiano del Valle de Aburrá. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 3(2):43-50. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3214/321428100004>
7. Couch S, Nielsen B. 2017. A Review of Dorsal Metacarpal Disease (Bucked Shins) in the Flat Racing Horse: Prevalence, Diagnosis, Pathogenesis, and Associated Factors. *J Dairy, Vet Anim Res* 5(6):228–36. doi: [10.15406/jdvar.2017.05.00166](https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.05.00166)
8. Cogger N, Evans D, Hodgson D, Perkins N, Reid S. 2004. Shin soreness in Thoroughbred racehorses: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Sydney. <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/04-155.pdf>
9. Cogger N, Perkins N, Hodgson D, Reid S, and Evans D. 2006. Risk factors for musculoskeletal injuries in 2-year-old Thoroughbred racehorses. *Prev. Vet. Med.* 74(1): 36–43. doi: [10.1016/j.prevetmed.2006.01.005](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.01.005)

10. Cogger N, Evans D, Hodgson D, Reid S, Perkins N. 2008. Incidence rate of musculoskeletal injuries and determinants of time to recovery in young Australian Thoroughbred racehorses. *Australian Veterinary Journal* 86 (12):473-80. doi: 10.1111/j.1751-0813.2008.00359.x
11. Dabareiner R, Cohen N, Carter G, Nunn S, Moyer W. 2005. Musculoskeletal problems associated with lameness and poor performance among horses used for barrel racing: 118 cases (2000-2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 227(10): 1646-50.
doi: <https://doi.org/10.2460/javma.2005.227.1646>
12. Deraga D. 2007. El caballo y el deporte. En: *Ensayos sobre deportes. Perspectivas Sociales e Hitoricas*. CUCSH, Universidad de Guadalajara (Ed). Guadalajara, Mexico. pp. 193-209.
13. Dujovne, G. 2004. Estimación del grado de madurez ósea en equinos fina sangre de carrera. Tesis de Médico Veterinario. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 51p.
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132163>
14. Ely E, Avella C, Price J, Smith R, Wood J, Verheyen K. 2009 Descriptive epidemiology of fracture, tendon and suspensory ligament injuries in National Hunt racehorses in training. *Equine vet.* 41(4)372- 378. doi:10.2746/042516409x371224
15. Fortini A. 2011. Caracterizacion clinica y radiografica de claudicaciones en equinos de tiro en las ciudades de Valdivia y Puerto Mont. Tesis de Medico Veterinario. Valdivia: Universidad Austral Chile. 36p. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fvf742c/doc/fvf742c.pdf>
16. Gadallah S, El-Keiey M, Amer M, Shamaa A. 2014. Equine limbs Fractures: The incidence and Management. *Minufiya Veterinary Journal*. Abril; 8(1):247-261
17. Georgopoulos S, Parkin T. 2016a Risk factors associated with fatal injuries in Thoroughbred racehorses competing in flat racing in the United States and Canada. *J. Am. Vet. Med. A.* 249(8): 931–939. doi:10.2460/javma.249.8.931
18. Georgopoulos S, Parkin T. 2016b. Risk factors for equine fractures in Thoroughbred flat racing in North America. *Preventive Veterinary Medicine* (2016). doi:10.1016/j.prevetmed.2016.12.006
19. Getty R, Sisson S, Grossman JD, Martín Roldán R. 2001. *Anatomía de los animales domésticos*. 5ª ed. Barcelona: Masson.

20. González P. 2007. Estimación de los factores que influyen en la presentación de periostitis metacarpiana en equinos Fina Sangre de Carrera. Tesis de Médico Veterinario. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 58p. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132927/Estimación-de-los-factores-que-influyen-en-la-presentación-de-periostitis-metacarpiana-en-equinos-Fina-Sangre-de-Carrera.pdf?sequence=1>
21. Gray S, Spriet M, Garcia T, Uzal F, Stover S. 2017. Preexisting lesions associated with complete diaphyseal fractures of the third metacarpal bone in 12 Thoroughbred racehorses. *J Vet Diagn Invest* 29:437–41. doi:10.1177/1040638717704866
22. Hiney K, Nielsen B, Rosenstein D. 2004. Short-duration exercise and confinement alters bone mineral content and shape in weanling horses. *J Animal Science* 82(8):2313–2320. doi:10.2527/2004.8282313x
23. Jalim S, McIlwraith C, Goodman N, Anderson G. 2010. Lag screw fixation of dorsal cortical stress fractures of the third metacarpal bone in 116 racehorses. *Equine Veterinary Journal* 42 (7): 586–590. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00071.x
24. Kneller S. 2007. El Metacarpo y el Metatarso. In: Donal E, editor. *Manual de Diagnóstico Radiológico Veterinario*. 4ª ed. Madrid: Elsevier. p 247–58.
25. König HE, Liebich H-G, Maierl J. 2013. *Anatomía de los animales domésticos*. 2ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana.
26. Lawrence L. 2005. Effects of Exercise and Training on Skeletal Development in Horses. En: Pagan J, ed. *Advances in Equine Nutrition III*. 3ª ed. Nottingham University Press. 219–26 p. <https://ker.com/wp-content/uploads/Effects-of-Exercise-and-Training-on-Skeletal-Development-in-Horses.pdf>
27. Mackinnon M, Bonder D, Boston R, Ross M. 2015. Analysis of stress fractures associated with lameness in Thoroughbred flat racehorses training on different track surfaces undergoing nuclear scintigraphic examination. *Equine Vet J*. 47(3):296–301. doi:10.1111/evj.12285
28. Maeda Y, Hanada M, Oikawa M. 2016. Epidemiology of racing injuries in Thoroughbred racehorses with special reference to bone fractures: Japanese experience from the 1980s to 2000s. *Journal of Equine Science* 27 (3):81-97. doi: [10.1294/jes.27.81](https://doi.org/10.1294/jes.27.81)

29. Mendoza R. 2008. Estudio radiográfico de las extremidades de equinos atendidos en el Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile durante los años 2000 a 2006. Tesis de Medico Veterinario. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 33p.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fvm539e/doc/fvm539e.pdf>
30. Morales A, García F, Gomez M, Leal L, López P, Planas G, Rodriguez C, Vallejo M, Morales M. 2010. Frecuencia y causa de mortalidad en caballos Pura Sangre Ingles de carreras en el Hipodromo “La Rinconada” Caracas Venezuela. AN VET 26:55–60. en:
<https://revistas.um.es/analesvet/article/view/125041/117071>
31. Nixon A. 2020. Equine Fracture Repair. 2^{da} ed. New York: John Wiley Y Sons, Inc.
32. Nunamaker D. 2002. On Bucked Shins. Assoc Equine Pract 48:76-89.
<https://pdfs.semanticscholar.org/2549/aa2c1fa6d96f22409e6157b2de3ed76b0682.pdf>
33. O’Sullivan C, Lumsden J. 2002. Distal third metacarpal bone palmar cortical stress fractures in four Thoroughbred racehorses. Equine Vet Educ. 14(2):70–6. doi:10.1111/j.2042-3292.2002.tb00142.x
34. Parkin T, Clegg P, French N, Proudman C, Riggs C, Singer E, Webbon P, Morgan K. 2004a. Horse-level risk factors for fatal distal limb fracture in racing Thoroughbreds in the UK. Equine Vet. J., 36, 513–519. doi:10.2746/0425164044877387
35. Parkin T, Clegg P, French N, Proudman C, Riggs C, Singer E, Webbon P, Morgan K. 2004b. Risk factors for fatal lateral condylar fracture of the third metacarpus/metatarsus in UK racing. Equine Vet J 2004;37(3):192-9. doi:10.2746/0425164054530641
36. Pavez C. 2005. Analisis radiográfico de lesiones del aparato locomotor de los caballos que compitieron en el hipódromo de Concepción durante el año 2004. Tesis de Medico Veterinario. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 23p.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fvp337a/doc/fvp337a.pdf>
37. Reardon R, Boden L, Stirk A, Parkin T. 2014. Accuracy of distal limb fracture diagnosis at british racecourses 1999 - 2005. Veterinary Record 174(19):477. doi:10.1136/vr.102053

38. Reed S, Jackson B, McIlwraith C, Wright I, Pilsworth R, Knapp S, Wood J, Price J, Verheyen K. 2012. Descriptive epidemiology of joint injuries in Thoroughbred racehorses in training. *Equine Vet. J.* 44(1): 13- 19. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00352.x
39. Richardson D. 2012. Third Metacarpal and metatarsal bones. En: Auer J, Stick J. *Equine Surgery*. 4^a ed. Missouri: Elsevier Inc. p1325 - 1338
40. Rusell A. 2009. *Caballos : razas y procedencia*. (edición). Valencia: Iberlibro. (pagina)
41. Samiullah M, Varma V, Nguhiu-Mwangi J, Mogoia E. 2017. Incidence, types and outcomes of distal limb fractures of racehorses in Kenya: a retrospective study of radiographs (2005-2014). *Inter J Vet Sci* 6(2):81-85. <http://www.ijvets.com/pdf-files/Volume-6-no-2-2017/81-85.pdf>
42. Stover S. 2015. Stress Fracture Diagnosis in Racehorses. In: Sprayberry KA, Robinson EN, eds. *Robinson's Current Therapy in Equine Medicine*. 7^a ed. W.B. Saunders. p 879–85. doi:10.1016/b978-1-4557-4555-5.00202-8
43. Stover S. 2017. Nomenclature, classification, and documentation of catastrophic fractures and associated preexisting injuries in racehorses. *J Vet Diagnostic Investig.* 29(4):396–404. doi:10.1177/1040638717692846
44. Sun T, Riggs C, Cogger N, Wright J, Al-Alawneh, J. 2018. Noncatastrophic and catastrophic fractures in racing Thoroughbreds at the Hong Kong Jockey Club. *Equine Vet. J.* 51:77- 82. doi:10.1111/evj.12953
45. Verheyen K, Henley W, Price J, and Wood J. 2005. Training-related factors associated with dorsometacarpal disease in young Thoroughbred racehorses in the U.K. *Equine Vet. J.* 37(5): 442-8. doi: [10.2746/042516405774480085](https://doi.org/10.2746/042516405774480085)
46. Verheyen K, Wood J. 2004. Descriptive epidemiology of fractures occurring in british thoroughbred racehorses in training. *Equine Vet J* 36:167– 173. doi:10.2746/0425164044868684
47. Wylie C, McManus P, McDonald C, Jorgensen S, McGreevy P. 2010. Thoroughbred fatality and associated jockey falls and injuries in races in New South Wales and the Australian Capital Territory, Australia: 2009 to 2014. doi:10.1016/j.tvjl.2017.06.008

48. Yim V, Yeung J, Mak P, Graham C, Lai P, Rainer T. 2007. Five year analysis of Jockey Club horse-related injuries presenting to a trauma centre in Hong Kong. *Injury* 38(1):98–103. doi:10.1016/j.injury.2006.08.026