

Revisión de puntos anatomo-topográficos y análisis morfológico por cinemática 2D de equinos Mangalarga Marchador

Raquel Silva de Moura^{1*}, Bruno Junior dos Santos¹, Felipe Amorim Caetano de Souza¹, Sarah Laguna Conceição Meirelles¹, Alessandro Moreira Procópio², Rodrigo Norberto Pereira¹, Victor Ferreira Ribeiro Mansur³, Gabriel de Sousa Lemos¹, Igor Vieira Diniz¹, André Gustavo Pereira de Andrade⁴

¹ Universidade Federal de Lavras, CP 3037, CEP 37200-900, Lavras, Minas Gerais (MG), Brasil. ²Centro Universitário UNIBH, Belo Horizonte, MG, Brasil. ³Universidade Vale Rio Verde UninCor, Três Corações, MG, Brasil. ⁴Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

*raquelmoura@ufla.br

Resumen

La morfometría y la evaluación de los aplomos son parámetros morfozootécnicos usados en la selección de potrillos y animales adultos Mangalarga Marchador (MM), pero sus aplicaciones en la rutina del registro genealógico de la raza son limitadas. En este estudio nos proponemos revisar la localización de los 44 puntos anatomo-topográficos necesarios para la toma de 39 medidas lineares y 12 medidas angulares citadas en la literatura y/o usadas en la práctica para la selección del MM. Además, pretendemos evaluar el potencial de la cinemática 2D como metodología alternativa para optimizar la evaluación de la morfología equina, especialmente morfometría y los aplomos. Fue realizada la morfometría por cinemática 2D de ocho equinos MM de diferentes categorías, por tres evaluadores en el *software Tracker®*, habiendo encontrado valores medios de coeficientes de correlación intraclase de $0,893 \pm 0,122$ y de $0,894 \pm 0,128$ para las medidas lineares y angulares, respectivamente. La aplicación simultánea de la cinemática 2D para clasificación de los aplomos de 10 potrillos destetados junto con la puntuación de morfología prevista en el reglamento de la ABCCMM (2020) permitió aumentar la objetividad de la evaluación de los miembros, región zootécnica fundamental para el desempeño funcional y la prevención de claudicaciones. La metodología cinemática 2D propuesta es aplicable en el campo y podría permitir la inclusión de medidas corporales asociadas con el andar *marcha* del caballo MM y de una metodología complementaria para la valoración de los aplomos durante el registro genealógico de equinos MM.

Palabras clave: medidas lineares, medidas angulares, aplomos, selección.

Abstract

Morphometry and evaluation of leg conformation are morphozootechanical parameters used in the selection of foals and adult animals Mangalarga Marchador (MM), however their application in the breed genealogical registration routine is limited. In this study we aimed to review the location of the 44 anatomical-topographic points needed to measure 39 linear measures and 12 angular measures cited in the literature and / or used in practice to select MM horses. As well as evaluating the potential of the 2D kinematic analyzes as an alternative methodology to optimize the evaluation of equine

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.* Revisión de puntos [...] morphology, especially morphometry and leg conformation. The morphometry by 2D kinematics of eight MM equines of different categories was carried out, by three evaluators in the Tracker® software, having found mean values of intra class correlation coefficients of 0.893 ± 0.122 and 0.894 ± 0.128 for linear and angular measurements, respectively. The simultaneous application of leg conformation 2 D kinematics analysis of 10 weaned colts together with the morphology score provided in the ABCCMM regulation (2020) allowed increasing objectivity of the evaluation of limbs, a zootechnical region fundamental for functional performance and prevention of claudications. The proposed 2D kinematic methodology is applicable in the field and could allow the inclusion of body measures associated with the *marcha* gait of the MM horse, and a complementary methodology for assessing leg conformation during MM horse genealogical registration.

Keywords: linear measures, angular measures, leg conformation, selection.

Introducción

El Mangalarga Marchador (MM) es una raza equina considerada patrimonio de Brasil por Ley Nacional nº12.975/2014. Ellos son valorados en el mercado nacional e internacional por brindar confort al andar, además de ser animales rústicos y dóciles para la monta de personas en diferentes niveles de equitación. El principal criterio de selección en esta raza es el tipo de andar natural, simétrico y a cuatro tiempos llamado *marcha*, que puede ser del tipo *marcha picadao* *marcha batida* dependiendo de la secuencia y de los tiempos de distribución de los apoyos en el paso (Nicodemus MC, Clayton HM, 2003).

La Asociación Brasileña de Criadores de Caballo Mangalarga Marchador (ABCCMM) fue fundada el 16 de julio de 1949 en Caxambu, Minas Gerais, Brasil. Actualmente cuenta con más de 645 mil animales en sus libros de registros genealógicos. El registro definitivo de animales con su genealogía conocida o no es realizado por profesionales capacitados para evaluar los parámetros morfozootécnicos establecidos según los criterios descritos en el estándar racial (Tabla 1).

La puntuación de la morfología está basada en ocho criterios, donde el mayor énfasis está puesto sobre los miembros del animal. La puntuación de la *marcha* es dada a través de la inspección visual y posterior monta con el fin del análisis de seis criterios definidos para facilitar el entendimiento de los criadores sobre las características consideradas ideales en este andar. Los animales aprobados son identificados por reseña y microchip, y tendrán las siguientes medidas lineares evaluadas para la inclusión en el documento de registro: alzada a la cruz y grupa; largo de cabeza, cuello, dorso-lomo, grupa, escápula y corporal; ancho de cabeza y grupa; perímetros del tórax y de la caña. En esta etapa, incluso, ellos pueden ser descalificados, en el caso de que los machos y las hembras no presenten la altura en la alzada a la cruz entre 147 y 157 cm o entre 140 y 154 cm, respectivamente; o tengan la altura en la grupa superior a la altura en la alzada a la cruz en los machos o superior a 2 cm en las hembras (ABCCMM, 2020). La morfometría y la clasificación de los aplomos son metodologías utilizadas para la selección de potrillos y animales adultos porque influyen directamente en la calidad de las marchas y aptitud de estos para la función deseada, así como son parámetros morfo-zootécnicos relacionados con la aparición de claudicaciones o pérdida funcional durante la fase de entrenamiento o competición (Barcelos *et al.*, 2016; Back; Clayton, 2013; Weller, 2006). Tradicionalmente la morfometría de alturas, anchos, largos, perímetros del cuerpo y ángulos de las articulaciones de equinos son realizadas con el uso de hipómetros, cintas métricas y goniómetros (Camargo Chieffi, 1971). A pesar de la fácil aplicación en el campo, su

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.* Revisión de puntos [...] utilización en el reglamento para registro genealógico de los equinos MM es limitada por ser un proceso lento y estresante para los animales cuando están en contacto con los equipamientos utilizados (Lage *et al.*, 2009), situación también observada en otras razas equinas (Salazar-Vidal *et al.*, 2012; Holmström *et al.*, 1990). La consecuencia práctica de ello es la falta de informaciones con evidencia científica que podrían auxiliar en la orientación de criadores durante la elección de apareamientos y la apreciación del entrenamiento de individuos para la finalidad productiva deseada.

Tabla 1. Criterios para la evaluación de la morfología y del andar *marcha* de caballos Mangalarga Marchador (MM) según el estándar racial (ABCCMM, 2020).

Morfología (100 puntos)	<i>Marcha</i> (100 puntos*)
1 - Apariencia General (4% de los Puntos): Porte medio, ágil, estructura fuerte y bien proporcionada, liviano en apariencia, piel fina y lisa, pelos finos y sedosos, temperamento activo y dócil.	1 - Gesto del andar <i>marcha</i>: Distribución de los tiempos de apoyo del andar <i>marcha</i> definido en el estándar racial (Nicodemus; Clayton, 2003), asociado a la cualidad de movimiento.
2 - Cabeza (5% de los Puntos): Forma triangular, delineada, media y armoniosa, frente larga y plana, chaflán de rectilíneo a subcóncavo.	2 - Comodidad: Ausencia de oscilaciones del tronco o fricciones exageradas para el jinete, promoviendo un buen desempeño en la monta.
3 - Expresión y Caracterización Racial (10% de los Puntos): Apariencia general, especialmente la cabeza, que caracteriza a la raza y conformación esperada en el individuo.	3 - Adiestramiento: Animal solícito a las ayudas del jinete, apoyado de forma leve y segura en la embocadura, relajado, calmo y recto.
4 - Cuello (4% de los Puntos): Forma piramidal, liviano, proporcionado, oblicuo, musculatura fuerte, equilibrado y flexible, crines ralas, finas y sedosas.	4 - Estilo: Postura corporal del animal durante la <i>marcha</i> y la estética de sus movimientos al desplazarse.
5 - Tronco (23% de los Puntos): Regiones anatómicas armoniosas, anguladas y bien proporcionadas a la conformación del animal.	5 - Rendimiento: Resultante de pisadas amplias, permitiendo al animal recorrer mayor distancia con menor número de pasos en un ritmo de <i>marcha</i> natural.
6 - Miembros torácicos (24% de los Puntos): Ligamentos cortos y firmes, huesos alineados, rígidos y con una masa muscular bien distribuida; siendo los miembros proporcionados y con angulación adecuada, para una buena conformación morfomecánica de acuerdo con lo propuesto por Nascimento (1999).	6 - Regularidad: Manutención de ritmo, velocidad, gesto, comodidad y estilo durante todo el tiempo de evaluación, conservando el andar inicial bien definida y regular.
7 - Miembros pélvicos (20% de los Puntos): ídem a los miembros torácicos.	<i>*Ítems listados en orden de importancia de evaluación.</i>
8 - Acción (10% de los Puntos): Paso con sobrepegada y galope de calidad.	

*Nota: Para la aprobación en la inspección técnica de registro definitivo es necesario que el animal obtenga una puntuación mínima de 140 puntos (machos) o 120 puntos (hembras) como resultante de la sumatoria de la puntuación recibida en la evaluación de morfología y en el andar *marcha*. Sin embargo, el animal que no obtenga 50% de los puntos del ítem 3 de la morfología y/o 50% de los puntos en la evaluación de la *marcha* será descalificado, aunque la puntuación total sea superior a aquellos citados anteriormente.

A su vez, otro de los obstáculos es la falta de estandarización en la definición y localización de los puntos anatomo-topográficos usados para la mensura de medidas corporales citadas en la literatura relacionada al caballo MM. Frente a este contexto, metodologías objetivas para la evaluación morfológica de equinos deben ser estudiadas para el avance científico en el área de mejoramiento genético de caballos seleccionados para el andar *marcha*.

Objetivos:

Revisar la localización de los 44 puntos anatomo-topográficos necesarios para la medición de 39 medidas lineares y 12 medidas angulares citadas en la literatura y/o usadas en la práctica para la selección del andar *marcha* en la raza Mangalarga Marchador (MM);

Aplicar una metodología cinematográfica 2D, adaptada de Hunt *et al.* (1999) y de Lage (2001), para evaluar su potencial para optimizar la evaluación de la morfología equina, especialmente morfometría y los aplomos.

Hipótesis: demostrar el potencial del análisis cinematográfica 2D como metodología objetiva aplicable al campo para complementar la evaluación subjetiva de la morfología de animales jóvenes y adultos aptos para inclusión en el libro de registro genealógico de la ABCCMM.

Material y Métodos:

Los procedimientos experimentales realizados fueron aprobados por el Comité de Ética en el Uso de Animales de la Universidade Federal de Lavras (protocolo nº 009/15). Fueron estudiados ocho equinos MM de diferentes categorías y 10 potrillos destetados MM en dos pruebas de campo realizadas separadamente (Tabla 2).

Previamente a las pruebas de campo fue realizada una revisión de la literatura sobre las principales metodologías utilizadas en trabajos técnicos y científicos sobre morfometría y evaluación de los aplomos del caballo MM (Fonseca, 2018; Santiago, 2013; Lage, 2001; Nascimento, 1999; Zamborlini *et al.*, 1996; Barbosa, 1993; Bortoni, 1991; Carmargo Chieffi, 1971).

En total fueron definidos 44 puntos anatomo-topográficos (figura 1a y 1b), los cuales 36 puntos tuvieron su localización confirmada por exámenes radiográficos (las técnicas empleadas están detalladas en anexo – tabla 6), necesarios para medición de 39 medidas lineares, incluyendo las 12 medidas corporales realizadas en el registro genealógico definitivo de equinos MM, y de 12 medidas angulares consideradas de interés para selección del andar *marcha*, que serán descriptas a continuación.

Un investigador previamente capacitado identificó por palpación y demarcó cada uno de los 44 puntos anatomo-topográficos con marcadores retro-refractantes planos de 20 mm de diámetro, excepto aquellos puntos que no estaban ubicados en el plano anatómico sagital del animal y que fueron resaltados con el uso de marcadores retro-refractantes esféricos de 14mm de diámetro. Luego, los equinos fueron colocados en posición cuadrúpeda, sobre las marcas realizadas en una superficie plana y firme, con una dimensión de 200 x 40 cm, utilizada como plano de filmado (Figura 2).

Para el posicionamiento correcto de la cámara dentro del espacio, una mediana de tres metros fue trazada a partir del centro del equipamiento (vértice) hasta el punto medio definido para marcación con cinta adhesiva del centro del lugar donde el animal debería ser posicionado dentro del plano de filmado. Después fueron fijadas tres líneas paralelas de cinta adhesiva en el suelo, con 200 cm de largo cada una y a una distancia de 20 cm entre ellas (figura 2). De esa forma, creamos una referencia para garantizar el posicionamiento correcto del animal para la captura de las imágenes en estática en los planos sagital (vista de perfil), plano transversal craneal (vista de frente) y caudal (vista de atrás).

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

Se utilizaron dos bastones calibradores, de 2 metros de largo cada uno, que fueron posicionados próximos al tronco del animal (figura 2), uno colocado de forma horizontal y otro vertical para utilizarlos como referencias de los ejes X e Y, respectivamente, durante el procesamiento de las imágenes en el *software Tracker®*.

Tabla 2. Características generales de los 18 equinos MM utilizados en el estudio.

Categoría	Edad (meses)	Peso (kg)	ECC*	Gestación (meses)
Prueba de campo 1				
Macho entero	60	360	3,0	-
Macho castrado 1	108	390	2,5	-
Macho castrado 2	204	350	2,5	-
Hembra preñada 1	48	358	2,5	9
Hembra preñada 2	144	347	3,0	7
Hembra preñada 3	108	340	2,0	7
Hembra vacía	36	372	2,0	-
Potranca destetada	18	140	3,0	-
Prueba de campo 2				
Potrillos destetados (lote con 10 animales)	12 ± 1,5	184 ± 41	2,0 - 3,0	-

*Valoración de la condición corporal calificado por escala propuesta por Carrol; Huntington (1988).

Una única persona fue la responsable de la verificación de la posición de los calibradores y del animal en relación con la cámara filmadora. Otra persona fue la encargada de posicionar y conducir a todos los animales que fueron filmados en la posición estática de forma conjunta y secuencial, en cada uno de los planos anatómicos separadamente, para minimizar los cambios innecesarios en el posicionamiento de la cámara. Ese cuidado es fundamental para que las medidas corporales sean tomadas adecuadamente, en especial, las medidas angulares. Luego, los equinos fueron llevados al paso a una pista lineal de 15 metros de largo para la filmación de ellos de manera dinámica en los mismos planos utilizados anteriormente. En esta etapa los calibradores no formaron parte del plano de filmación porque las imágenes fueron usadas para la calificación de los aplomos.

Todas las filmaciones de la prueba de campo 1 fueron realizadas con una cámara filmadora marca *Canon*, modelo *PowerShotSX500 IS*. Mientras que en la prueba de campo 2, ellas fueron hechas con una filmadora de la marca *JVC*, modelo *GZ-VX700BU Full HDEverio*. Ambos equipamientos fueron programados en función "AUTO" para ajustes automáticos de acuerdo con la luminosidad en el ambiente, siendo opcional el uso de la función *Flash*. El tiempo de filmación por animal, tanto en posición estática como de manera dinámica, varió de 5 a 15 segundos para cada uno de los planos anatómicos definidos.

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

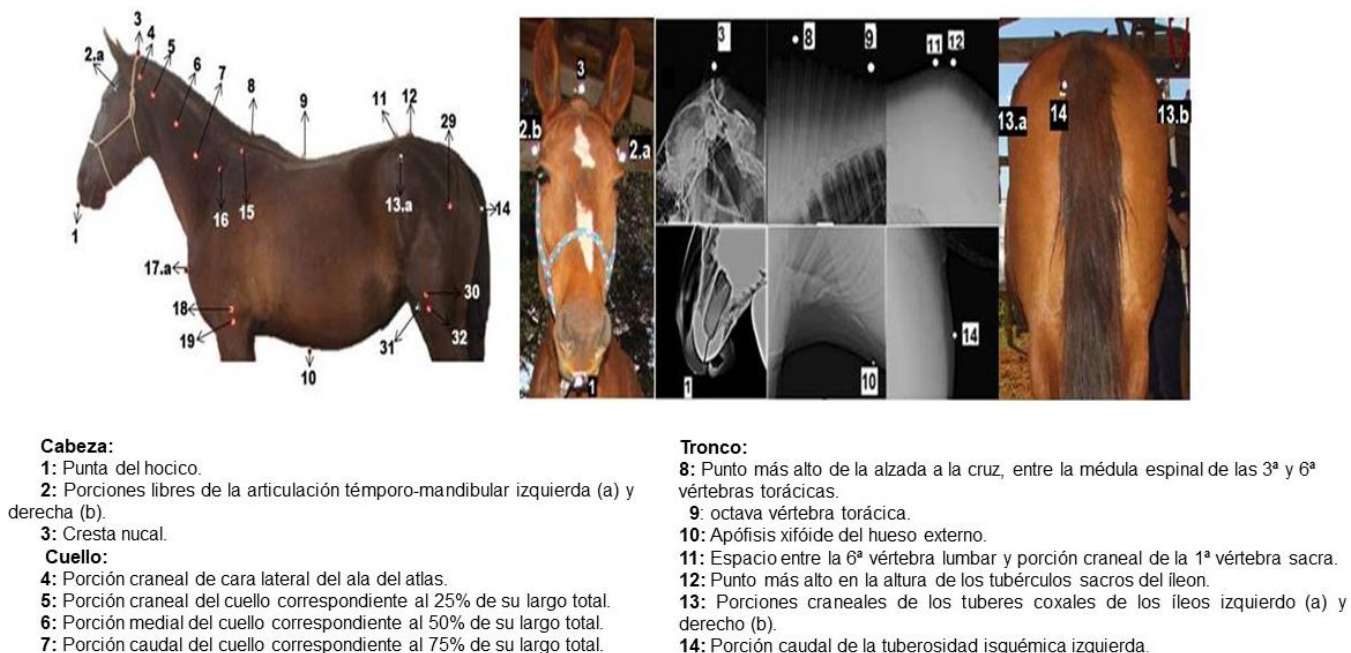


Figura 1a. Puntos anátomo-topográficos localizados en la cabeza, cuello y tronco para morfometría de equinos MM. Fuente: Archivo personal

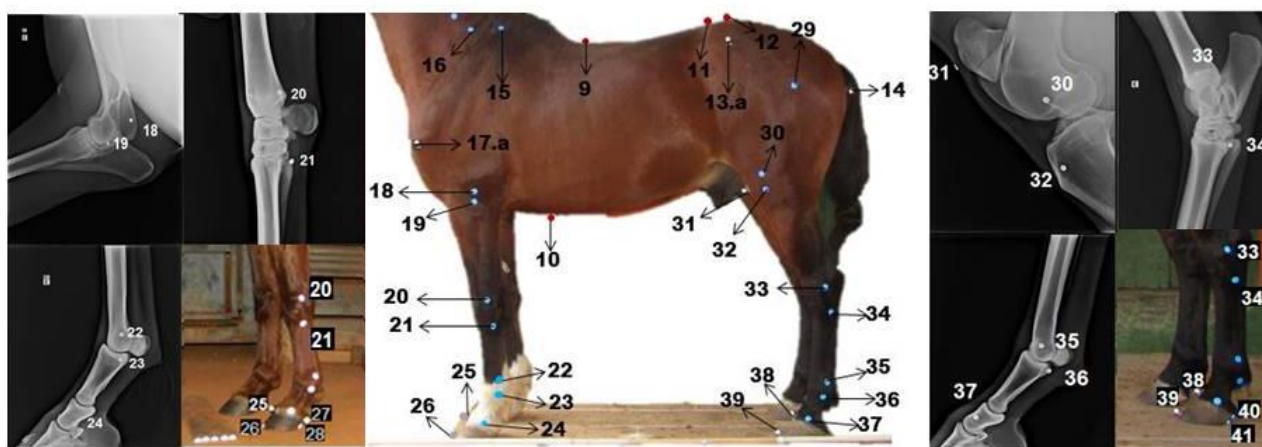


Figura 1b. Puntos anátomo-topográficos localizados en los miembros torácicos y pélvicos para morfometría de equinos MM*. Fuente: Archivo personal

- * 15: Borde dorsal del cartílago escapular.
- 16: Tercio medio del borde craneal de la escápula.
- 17: Porciones craneales de las tuberosidades mayores del húmero izquierdo (a) y derecho (b).
- 18: Epicondilo lateral del húmero.
- 19: Epicondilo lateral del radio.
- 20: Apófisis estiloides lateral del radio, por encima del hueso accesorio del carpo.
- 21: Extremidad proximal del cuarto hueso metacarpiano.
- 22: Epífisis lateral del tercer hueso metacarpiano.
- 23: Epífisis proximal de la falange proximal de la extremidad torácica.
- 24: Epífisis lateral de la falange media del miembro torácico.

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

- 25: Parte medial de la corona de la pezuña del miembro torácico.
- 26: Punta de la pinza de la pezuña del miembro torácico.
- 27: Bulbo del talón del casco del miembro torácico.
- 28: Base del talón de la pezuña del miembro torácico.
- 29: Parte craneal del trocánter mayor del fémur.
- 30: Epicóndilo lateral del fémur.
- 31: Superficie craneal de la rótula
- 32: Cresta tibial.
- 33: Maléolo lateral de la tibia.
- 34: Extremo proximal del cuarto hueso metatarsiano.
- 35: Epífisis lateral del tercer hueso metatarsiano.
- 36: Epífisis lateral proximal de la falange proximal del miembro pélvico.
- 37: Epífisis lateral de la falange media del miembro pélvico.
- 38: Parte medial de la corona del casco del miembro pélvico.
- 39: Punta de la pinza de la pezuña del miembro pélvico.
- 40: Bulbo del talón de la pezuña del miembro pélvico.

- 41: Base del talón de la pezuña de miembro pélvico

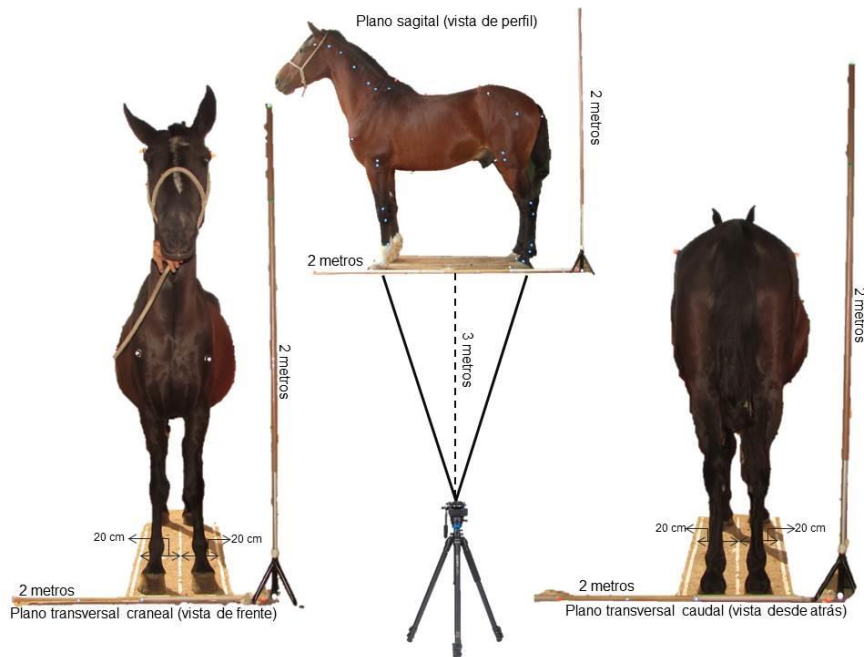


Figura 2. Posicionamiento de la cámara y del animal en estática en el plano de filmado.

Fuente: Archivo personal.

Nota: el análisis morfológico por cinemática 2D en los planos anatómicos usados en la práctica de evaluación en exposiciones especializadas del caballo MM (plano transversal craneal - vista de frente; plano sagital izquierdo - vista de perfil; plano transversal caudal - vista desde atrás).

Tres integrantes del equipo previamente capacitados realizaron la medición a través del *softwareTracker*® de las siguientes medidas corporales listadas más abajo, excepto las medidas de perímetros y alturas de los talones de las pezuñas de los miembros torácico y pélvico que fueron medidos con cinta métrica; y respectivos ángulos de estas pezuñas que fueron mensurados con angulador de casco.

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

Medidas lineares: altura de la alzada a la cruz (distancia perpendicular del punto 8 hasta el suelo); altura del dorso (distancia perpendicular del punto 9 hasta el suelo); altura de la grupa (distancia perpendicular del punto 12 hasta el suelo); altura de costado (distancia entre puntos 9 y 10); altura del talón de la pezuña anterior (distancia entre puntos 27 y 28); altura del talón de la pezuña posterior (distancia entre puntos 40 y 41); largo de la cabeza (distancia entre puntos 1 y 3); largo del cuello (distancia entre puntos 4 y 16); largo del dorso-lomo (distancia entre puntos 9 y 11); largo de la grupa (distancia entre puntos 13 y 14); largo de la escápula (distancia entre puntos 15 y 17); largo del brazo (distancia entre puntos 17 y 18); largo del antebrazo (distancia entre puntos 19 y 20); largo de la caña anterior (distancia entre puntos 21 y 22); largo de la cuartilla anterior (distancia entre puntos 23 y 24); largo de la pinza de la pezuña anterior (distancia entre puntos 25 y 26); largo anca-fémur (distancia entre puntos 13 y 29); largo anca-patela (distancia entre puntos 13 y 31); largo fémur-patela (distancia entre puntos 29 y 31); largo del muslo (distancia entre los puntos 29 y 30); largo muslo-tarso (distancia entre puntos 29 y 33); largo de la pierna (distancia entre puntos 32 y 33); largo de la caña posterior (distancia entre puntos 34 y 35); largo de la cuartilla posterior (distancia entre puntos 36 y 37); largo de la pinza de la pezuña posterior (distancia entre puntos 38 y 39); largo corporal (distancia entre puntos 14 y 17); largo de cabeza (distancia entre los puntos 2 lado derecho e izquierdo); largo del pecho (distancia entre los puntos 17 lado izquierdo y derecho); largo de la grupa (distancia entre los puntos 13 del lado izquierdo y derecho); perímetros del cuello 0,25-0,50-0,75 (circunferencias otorgadas en los puntos 5, 6 y 7 – Magalhães *et al.*, 2014); perímetro torácico (circunferencia obtenida entre los puntos 9 y 10); perímetro del antebrazo (circunferencia en la región media del antebrazo, localizado entre los puntos 19 y 20); perímetro de la rodilla (circunferencia en la región media de la rodilla, localizado entre los puntos 20 y 21); perímetro de la caña anterior (circunferencia en la región media de la caña anterior, localizado entre los puntos 21 y 22); perímetro de la caña posterior (circunferencia en la región media de la caña posterior, localizado entre los puntos 34 y 35); triángulo de la *marcha* (suma de los largos anca-fémur, fémur-patela y anca-patela); Z de la *marcha* (suma de los largos anca-fémur, muslo y muslo-tarso).

Medidas angulares: ángulo escápulo-suelo (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 15 y 17 y la línea horizontal paralela al suelo iniciada en el punto 17); ángulo escápulo-humeral (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 15 y 17 y en los puntos 17 y 18); ángulo húmero-radial (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 17 y 18 y en los puntos 18 y 20); ángulo metacarpo-falangiano (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 21 y 23 y en los puntos 23 y 24); ángulo pelvis-suelo (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 13 y 29 y línea horizontal paralela al suelo iniciada en el punto 29); ángulo pelvis-femoral (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 13 y 29 y en los puntos 13 y 30); ángulo fémur-tibial (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 29 y 30 y en los puntos 30 y 33); ángulo fémur-tibio-rotuliano (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 29 y 31 y en los puntos 31 y 33); ángulo tibio-tarso-metatarsiano (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 32 y 33 y en los puntos 33 y 35); ángulo metatarso-falangiano (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 33 y 35 y en los puntos 35 y 37); ángulo de la pezuña anterior (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 25 y 26 y en los puntos 26 y 28); ángulo de la pezuña posterior (ángulo del vértice formado entre las líneas trazadas en los puntos 38 y 39 y en los puntos 39 y 41).

El procesamiento de las imágenes en el *software Tracker®* fue realizado a través de los siguientes procedimientos:

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

- 1) transferencia de la imagen seleccionada a la carpeta de memoria del *software*;
- 2) activación de la herramienta eje de coordenadas para el análisis de la imagen en solo un cuadrante, siendo este positivo tanto para el eje X como para el eje Y;
- 3) calibrado del *software* para la realización de las medidas lineares a través de la herramienta cinta de calibración, donde son informados los valores de los dos bastones calibradores usados en el plano de filmado, etapa importante para minimizar errores de profundidad en relación al posicionamiento del animal o distorsiones ópticas en la distancia entre dos puntos marcados en la imagen, con las consecuentes mediciones sub o sobrestimadas;
- 4) selección de las herramientas cinta métrica (medidas lineares) o transportador (medidas angulares);
- 5) medición de las medidas corporales utilizando como referencia los puntos anatómicos topográficos marcados anteriormente en el cuerpo de los animales; 6) tabulación de los resultados encontrados, siendo el valor final de cada medida corporal la resultante de la media de los tres valores determinados por cada uno de los evaluadores.

Para la clasificación de los aplomos fue utilizada una escala de valores (Tabla 3), utilizando, a su vez, las mismas imágenes obtenidas para la morfometría por cinemática 2D. Todos los scores dados para este parámetro morfo-zootécnico fueron valorados por un técnico para registro genealógico acreditado por la ABCCMM. Mientras que, en el caso de los 10 potrillos destetados de la prueba de campo 2, también fue solicitado a este profesional realizar la puntuación de la morfología de estos animales de acuerdo con los ocho criterios aplicados en la valoración de la morfología de equinos aptos para el registro genealógico definitivo de la ABCCMM.

Tabla 3. Escala de valores de aplomos, adaptados de Lage (2001), para evaluación de equinos por análisis cinemática 2D.

Clasificación	Valor	Criterio para calificación de los aplomos
Óptimo	5	Ausencia de desvíos de los aplomos.
Bueno	4	Hasta dos desvíos de aplomos parciales o totales en uno o más miembros.
Regular	3	Tres o cuatro desvíos de aplomos parciales o totales en uno o más miembros.
Malo	2	Más de cinco desvíos de aplomos parciales o totales en uno o más miembros.
Pésimo	1	Presencia de algún defecto en los aplomos que perjudique o imposibilite la locomoción del animal.

De acuerdo con Thomas *et al.* (2005), una herramienta confiable es aquella en la que los datos recolectados son reproducibles. En este sentido, para verificar la reproductibilidad y coincidencia entre los tres evaluadores de la morfometría de los animales estudiados en prueba de campo 1, fueron calculados los coeficientes de correlación intraclase para cada medida lineal y angular determinada por cinemática 2D a través del paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) 18.0 (IBM, EUA), considerando el nivel de significado de 5%.

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

La elección del CCI se debió al hecho de que este tiene consideración la presencia de los errores sistemáticos y aleatorios (Weir, 2005). Y los resultados de los valores de los aplomos de todos los animales y de las puntuaciones de la morfología (ABCCMM, 2020) de los 10 potrillos destetados MM fueron presentados de forma descriptiva.

Resultados y Discusión:

Los valores absolutos de las medidas lineares, medidas angulares y scores de los aplomos de los ocho equinos MM estudiados en la prueba de campo 1 están presentados en las Tablas 4 y 5.

La evaluación cinemática 2D propuesta demostró ser aplicable en el campo para la morfometría de equinos, presentando valores medios de CCI de $0,893 \pm 0,122$ para las medidas lineales y de $0,894 \pm 0,128$ para las medidas angulares.

Tabla 4. Valores absolutos de las medidas de altura, ancho, y coeficientes de correlación intraclase (CCI) de medidas lineales y angulares inter-evaluadores.

Parámetro Morfo-zootécnico	Categoría					CCI Valor p	
	Macho entero	Machos castrados (n=2)	Yeguas preñadas (n=3)	Yegua Vacía	Potranca destetada		
ALTURA							
Alzada a la cruz (cm)	151,2	147,5±3,60	146,1±2,42	147,5	134,6	0,998	0,001
Dorso (cm)	140,2	139,2±3,53	137,7±2,14	140,6	131,2	0,850	0,001
Grupa (cm)	147,3	146±0,98	146,3±1,58	148,3	136,7	0,936	0,001
Costado (cm)	60,5	64±1,83	63,1±1,42	62,1	55,8	0,967	0,001
Talón pezuña anterior* (cm)	4,0	3,25±0,35	3,5± 0,00	3,0	2,5	-	-
Talón posterior* (cm)	2,0	2,75±0,35	2,5±0,50	2,0	2,0	-	-
ANCHO							
Cabeza (cm)	30,0	29,7±1,97	28,9±1,50	29,3	27,4	0,753	0,001
Pecho (cm)	28,6	26,9±1,31	31,8±2,88	32,4	27,4	0,856	0,001
Grupa (cm)	45,7	44,9±1,27	44,4±1,30	47,2	39,5	0,981	0,001
LARGO							
Cabeza (cm)	57,1	59,1±2,33	58,4±1,02	57,4	50,4	0,985	0,001
Cuello (cm)	48,1	53,3±5,16	50,3±3,53	52,1	44,2	0,990	0,001
Dorso-lomo (cm)	41,4	45±1,41	47,3±2,41	49,6	47,1	0,885	0,001
Grupa (cm)	44,8	38,45±4,73	42,5±1,05	42,0	39,1	0,826	0,001
Corporal (cm)	145,9	146±5,37	143,0±2,65	145,0	129,2	0,948	0,001
Escápula (cm)	47,9	48,8±1,41	45,1±1,17	44,6	37,8	0,97	0,001

INVESTIGACIÓN

Moura <i>et al.</i>	Revisión de puntos [...]						
						5	
Brazo (cm)	25,3	28,8±3,25	25,1±0,79	26,5	24,5	0,95 6	0,001
Antebrazo (cm)	33,6	34,8±0,42	34,0±1,13	34,8	31,1	0,80 4	0,001
Caña anterior (cm)	18,2	19,3±0,84	19,2±0,73	21,2	20,7	0,87 6	0,001
Cuartilla anterior (cm)	10,8	10,5±0,91	10,2±0,57	10,1	11,0	0,90 7	0,001
Pinza pezuña anterior (cm)	7,8	7,0±0,91	7,2±0,46	7,2	6,5	0,49 4	0,018
Anca-fémur (cm)	27,0	23,9±5,30	29,3±1,01	28,8	24,5	0,99 8	0,001
Anca-patela (cm)	51,3	46,4±0,28	49,3±1,60	51,7	44,1	0,95 3	0,001
Fémur-patela (cm)	39,0	35,8±0,35	35,6±1,01	36,1	33,6	0,83 6	0,001
Triángulo de la <i>marcha</i> **	117, 3	106,2±5,23	114,3±3,3 5	116,6	102, 2	-	-
Muslo (cm)	31,6	30,5±0,63	30,2±1,75	28,0	29,5	0,58 1	0,006
Muslo-tarso (cm)	68,7	67,2±0,14	66,8±1,42	67,8	61,1	0,89 0	0,001
Z de la <i>marcha</i> ***	127, 3	121,7±4,80	126,4±3,9 5	124,6	115, 1	-	-
Pierna (cm)	38,6	36,0±2,19	37,1±2,89	38,5	36,4	0,98 5	0,001
Caña posterior (cm)	23,6	24,3±0,14	25±0,75	26,1	27,3	0,98 1	0,001
Cuartilla posterior (cm)	9,0	9,5±0,49	8,6±0,32	9,7	10,3	0,94 0	0,001
Pinza de la pezuña posterior (cm)	8,2	8,3±0,14	7±0,10	8,3	5,5	0,95 5	0,001

Nota: *Medida tomada con cinta métrica. **Medida linear tomada visualmente por los criadores que, en teoría, sería la resultante de las siguientes medidas lineales: Largo anca-fémur, fémur-patela y anca-patela. ***Medida linear tomada visualmente por los criadores que, en teoría, sería la resultante de las siguientes medidas lineales: largo anca-fémur, muslo y muslo-tarso.

El menor valor de CCI observado (0,58) fue para el largo del muslo, por lo tanto, ese resultado no tuvo diferencia estadística ($P=0,006$). Hunt *et al.* (1999) explicó que las distorsiones ópticas suceden cuando el posicionamiento de la cámara no está paralelo al animal a ser medido, causando sobrestimación de longitudes horizontales o verticales de las dimensiones calculadas. Clark *et al.* (2012) analizaron la confiabilidad del software *Microsoft Kinect®* para el análisis del desplazamiento de puntos anatómicos durante tres pruebas de control postural de humanos, obteniendo valores de CCI entre 0,40 a 0,89. Mentiplay *et al.* (2013) presentaron valores de CCI entre 0,62 y 0,78 para medidas realizadas en el software *Microsoft Kinect®* para evaluación estática de la posición de los pies de humanos.

La estandarización de los puntos anatomo-topográficos necesarios para morfometría, así como el correcto montaje del plano de filmado y posicionamiento de los animales en relación con la cámara filmadora, son puntos fundamentales para el éxito de la aplicación de la metodología cinematográfica 2D a campo.

Tabla 5. Valores absolutos de ángulos, perímetros, aplomos, coeficientes de correlación intraclase (CCI).

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

Parámetro Morfo-zootécnico	Categoría					CCI	Valor <i>p</i>
	Macho entero	Machos castrados (n=2)	Yeguas preñadas (n=3)	Yegua vacía	Potranca destetada		
ÁNGULO							
Escápula-suelo (°)	54,0	55,1±0,84	54,2±0,90	57,3	48,4	0,80 1	0,00 1
Escápula-humeral (°)	94,2	88,15±5,0 2	89,9±2,77	89,2	82,8	0,92 4	0,00 1
Húmero-radial (°)	136,3	128,3±4,3 8	133,5±4,25	128,5	129,2	0,87 1	0,00 1
Pelvis-suelo (°)	35,5	36,95±3,4 6	33,2±1,47	34,7	31,5	0,98 3	0,00 1
Pelvis-femoral (°)	105,2	107,0±7,3 5	104,6±7,43	111,7	98,0	0,98 6	0,00 1
Fémur-tibio- patelar (°)	115,3	120,3±4,6 6	118,8±2,17	120,4	116,0	0,96 6	0,00 1
Fémur-tibial (°)	132,5	138,1±0,4 2	135,2±10,7 5	138,2	128,8	0,88 1	0,00 1
Tibio-tarso-metatarsiano (°)	150,0	153,5±3,6 7	150,7±0,83	150,2	149,2	0,57 5	0,00 3
Metatarso-falangiano (°)	147,0	135,5±1,4 8	143,4±1,20	140,8	146,2	0,97 8	0,00 1
Metacarpo-falangiano (°)	144,9	137,8±4,6 6	135,9±5,19	140,4	139,3	0,98 0	0,00 1
Pezuña anterior* (°)	45,0	47±4,24	49,3±3,05	54,0	49,0	-	-
Pezuña posterior* (°)	40,0	47±2,82	49,5±28,79	49,0	49,0	-	-
PERÍMETRO							
Antebrazo** (cm)	30,5	31,2±1,06	26,8±5,10	29,5	27,5	-	-
Rodilla** (cm)	24,0	29,2±1,06	25,5±2,78	24,5	25,0	-	-
Canilla anterior** (cm)	17,5	19,2±0,35	17,6±0,57	17,0	15,5	-	-
Canilla posterior** (cm)	20,0	20±0,00	18,8±0,28	20,0	17,0	-	-
Torácico** (cm)	178,0	176,5±4,9 4	177,6±4,93	170,0	152,0	-	-
Cuello 0,25** (cm)	85,0	74±0,00	73,0±2,00	68,0	58,0	-	-
Cuello 0,50** (cm)	98,0	91±2,82	88,6±2,88	82,0	65,0	-	-
Cuello 0,75** (cm)	113,5	106±4,24	104,0±1,00	99,0	79,0	-	-
APLOMOS							
Valor del score	2	3±0	3±0	3	2	-	-

*Medida angular tomada con angulador de casco. **Medida lineal tomada con cinta métrica

Actualmente el largo de la escápula es la única medida lineal asociada con la calidad de la *marcha* de caballos MM (Lage, 2001) que forma parte de la lista de 12 medidas lineares otorgadas a animales aptos para inclusión en el libro de registro genealógico de la ABCCMM. Por lo tanto, la aplicación de esta metodología cinemática 2D podría permitir la inclusión de medidas corporales para un mejor diagnóstico de los individuos con la morfología y la *marcha* considerados de interés para la raza MM.

Fonseca (2018) observó correlación positiva entre el largo de la escápula y del brazo con la aparición de triples apoyos pélvicos en la *marcha batida*; y asociación entre longitud de la cuartilla y frecuencia de disociación diagonal de despegue y porcentaje de triples apoyos torácicos en la *marcha picada*. Y Barcelos *et al.* (2016) verificaron la

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

asociación positiva entre valores del ángulo tibio-tarso-metatarsico ≥ 140 grados en machos enteros MM de alta performance y aparición de enfermedades en la articulación del tarso.

En la Figura 3 están presentados los valores absolutos de los scores de aplomos evaluados por cinemática 2D y de las puntuaciones totales de la morfología, según el reglamento de la ABCCMM (2020), de los 10 potrillos destetados MM. De modo general, todos los animales recibieron una puntuación por encima de la mínima exigida (media $65,9 \pm 3,4\%$), donde solo un individuo (potrillo 8) quedaría descalificado por haber recibido una puntuación inferior al 50% en el criterio "expresión y caracterización racial".

Los valores medios para cada uno de los ocho criterios de la morfología aplicados en el registro de animales adultos para este lote de potrillos fueron: $2,5 \pm 0,4$ (apariencia general); $2,9 \pm 0,3$ (cabeza); $6,0 \pm 1,3$ (expresión y caracterización racial); $2,6 \pm 0,5$ (cuello); $16,7 \pm 0,6$ (tronco); $15,8 \pm 1,3$ (miembros torácicos); $13,3 \pm 1,1$ (miembros pélvicos).

Por otro lado, ningún animal recibió valores de aplomos óptimo o bueno, llamando la atención el hecho de que el individuo que recibió mayor puntuación morfológica (potrillo 4), según los criterios del reglamento de la ABCCMM (2020), sea uno de los tres individuos que recibieron clasificación mala de los aplomos. Sin embargo, existe una preocupación de los criadores en cuanto a la conformación de la cabeza del MM, por ser esta la principal región zootécnica que permite la diferenciación racial del caballo MM en relación a las otras razas seleccionadas para el andar *marcha* en Brasil.

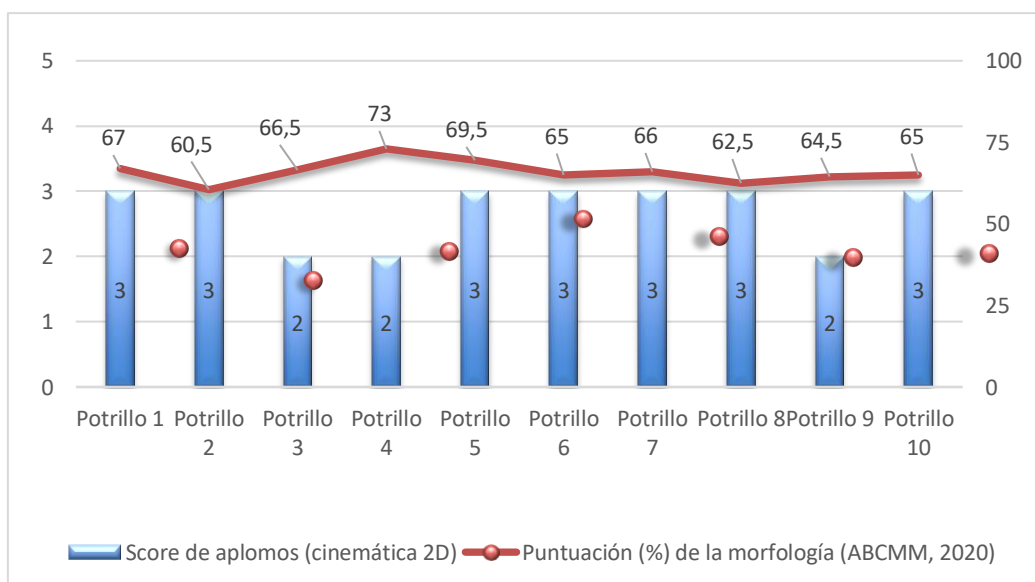


Figura 3. Clasificación de aplomos de 10 potrillos destetados MM por cinemática 2D y puntuaciones totales de la morfología, (reglamento de la ABCCMM (2020)).

La aplicación simultánea de la cinemática 2D junto con la puntuación de morfología prevista en el reglamento de la ABCCMM (2020) permitió aumentar la objetividad de la evaluación cualitativa de la morfología, especialmente en los miembros, para identificación de aquellos individuos jóvenes que, aunque estuviesen aptos para el

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.* Revisión de puntos [...] registro genealógico cuando adultos, podrían presentar bajo desempeño funcional debido a la baja calidad de los aplomos (potrillo 3, 4 y 9).

Factores relacionados a la nutrición, enfermedades y entrenamiento pueden afectar la calidad de los aplomos de potrillos en el primer año de vida. Por eso es importante monitorear periódicamente el crecimiento no solo respecto al peso y medidas corporales de los animales jóvenes, sino principalmente en su calidad de aplomos para que puedan ser hechas las intervenciones que sean necesarias (Giliberti; Losino, 2017).

La metodología propuesta en el presente estudio para la clasificación de los aplomos por scores adaptados de Lage (2001) podría ser una alternativa para la valoración previa de potrillos, teniendo en cuenta que los criterios relacionados con los miembros corresponderán al 44% de la puntuación total de la morfología evaluada a través del reglamento en la ABCCMM (2020).

Los valores de los aplomos también son algo simple y práctico para el uso de los propios criadores como parámetro adicional en la evaluación de la curva de crecimiento de potrillos, por auxiliar en la identificación precoz de problemas en la conformación o patologías del aparato locomotor de los animales que puedan ser causadas, por ejemplo, por fallas en la nutrición durante la fase gestacional o en el primer año de vida.

Es importante señalar que este reglamento de puntuación de la morfología propuesta en el estándar racial del MM es aplicado solamente durante el registro genealógico definitivo de animales con edad mínima de 3 años. Mientras que los animales con edad mínima de 6 meses y máxima de 24 meses, que tengan por lo menos los padres registrados en el libro de registro genealógico definitivo de la ABCCMM, pasan por una inspección técnica solamente para la muestra de material genético para un examen de paternidad e identificación del individuo por reseña y aplicación de microchip.

Conclusiones

El análisis cinemático 2D presenta potencial para la aplicación práctica en el registro genealógico de equinos MM y puede auxiliar en la selección del andar *marcha* deseado por los criadores de la raza, al permitir la inclusión de parámetros morfo-zootécnicos en el libro de registro genealógico de la ABCCMM que permitirán avances científicos y el perfeccionamiento de las herramientas de selección y mejoramiento genético animal.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Haras Reluz y Haras El Far (Lavras, MG, Brasil); al Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, en especial al Dr. Kleber Villela de Araújo; a la Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador, en especial a los técnicos de registro genealógico Henrique Lobato, Dra. Suzana Maruch y Roberto Trindade; al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; y a la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

Bibliografía

ABCCMM. (2020). Regulamento do Serviço de Registro Genealógico do Cavalo Mangalarga Marchador. Site oficial da Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. Recuperado de:

<http://leia.abccmm.org.br/portal/regulamentos/regulamentosrg.pdf>

Back W, Clayton HM. (2013) Equine Locomotion. 2ed. (528p). London: Elsevier.

Barbosa CG. (1993). Estudo morfométrico na raça Mangalarga Marchador: uma abordagem multivariada. (77p). Belo Horizonte: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (Dissertação de Mestrado).

Barcelos KMC, Rezende ASC, Biggi M, Lana AMQ, Maruch S, Faleiros RR. (2016) Prevalence of tarsal diseases in champion Mangalarga Marchador horses in the marcha picada modality and its association with tarsal angle. Journal of Equine Veterinary Science, 47, p.25-30

Bortoni RF. (1991). Mangalarga Marchador e os outros cavalos de sela no Brasil. (190p). Uberaba: Grupo Total Ltda.

Camargo MX, Chieffi A. (1971) Ezoognózia. (320p). São Paulo: Instituto de Zootecnia.

Carrol CL, Huntington PJ. (1988) Body condition scoring and weight estimation of horses. Equine Veterinary Journal, 20(1), p.41-45

Clark R, Pua Y, Fortin K, Ritchie C, Webster K, Denehy L, Bryant A. (2012) Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. Gait & Posture, 36(3), p.372–377

Fonseca MG. (2018). Mangalarga Marchador: Estudo Morfométrico, Cinemático e Genético da Marcha Batida e Da Marcha Picada. (73p). Jaboticabal: FCAV, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Tese de Doutorado).

Giliberti S, Losinno L. (2017). Prevalência e controle precoce do equilíbrio em potros de raças esportivas. The Equine Species, (44-55p).

Holmström M, Magnusson LE, Philipsson J. (1990) Variation in conformation of Swedish Warmblood horses and conformational characteristics of elite sport horses. Equine Veterinary Journal, 22(3), p.186-193.

Hunt WF, Thomas VG, Stiefel W. (1999). Analysis of video-recorded images to determine linear and angular dimensions in the growing horse. Equine veterinary journal, 31(5), p.402-410.

Lage MCG. (2001). Caracterização morfométrica, dos aprumos e do padrão de deslocamento de equinos da raça Mangalarga Marchador e suas associações com a qualidade da marcha. (114p). Belo Horizonte: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (Tese de Doutorado).

Lage MCG, Bergman JAG, Procopio AM, Pereira JCC, Biondini J. (2009). Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia, 61(4), p.968-979

INVESTIGACIÓN

- Moura *et al.* Revisión de puntos [...]
Magalhães JF, Lima IR, Lima LR, Varela JARC, Vieira RAM, Alves GES, Faleiros RR. (2014). Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, 66 (4), p.1023-1032
- Mentiplay B, Clark R, Mullins SA, Bryant A, Bartold S, Paterson K. (2013) Reliability and validity of the Microsoft Kinect for evaluating static foot posture. *Journal of Foot and Ankle Research*, 6(1), p.14
- Nascimento JF. 1999. Mangalarga Marchador: Tratado morfofuncional. Belo Horizonte: ABCCMM. 577p.
- Nicodemus MC, Clayton HM. (2003). Temporal variables of four-beat, stepping gaits of gaited horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(2), p.133-142
- Salazar-Vidal DF, Vélez-Ruiz JP, Zapata-Herrera HG, Rendón-Vásquez A. (2012). Aplicación de técnicas fotogramétricas para el estudio morfométrico en caballos criollos colombianos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), p.66-78
- Santigo JM. (2013). Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador. (110p). Belo Horizonte: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (Tese de Doutorado).
- Thomas J, Nelson J, Silverman, S. (2005). *Research Methods in Physical Activity*. 5. ed. (456p). Champaign: Human Kinetics.
- Weir J. (2005) Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19 (1), p.231-240
- Weller R, Pfau T, Babbage D, Brittin E, May SA, Wilson AM. (2006). Reliability of conformational measurements in the horse using a three-dimensional motion analysis system. *Equine Veterinary Journal*, 38(7), p.610-615
- Zamborlini LC, Bergmann JAG, Pereira CS, Fonseca CG, Carneiro ASR. (1996) Estudo genético-quantitativo de medidas lineares de equinos da raça Mangalarga Marchador - I. Estimativas dos fatores de ambiente e parâmetros genéticos. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 3 (2), p.33-37

INVESTIGACIÓN

Moura *et al.*

Revisión de puntos [...]

Tabla 6. Técnicas radiográficas empleadas para confirmación de la localización de 36 puntos anátomo-topográficos necesarios en la morfometría de equinos MM.

Región morfozootécnica	Base anatómica	Técnica radiográfica			
		KVp	mA	MAs	Posición
Cabeza	1: Punta de lhocico.	117	250	63	L-L
	2: Porciones libres de la articulación témporo-mandibular izquierda(a) /derecha (b).	117	250	63	L-L
	3: Cresta nugal.	117	250	63	L-L
Cuello	4: Porción craneal de cara lateral del ala del atlas.	117	250	63	L-L
Cruz	8: Punto más alto de la alzada a la cruz, entre la médula espinal de las 3 ^a -6 ^a vértebras torácicas.	90	320	80	L-L
Dorso	9: 8 ^a vértebra torácica.	90	320	80	L-L
Cinchera	10: Apófisis xifóide del hueso externo.	90	320	125	L-L
Lomo	11: Espacio entre la 6 ^a vértebra lumbar y porción craneal de la 1 ^a vértebra sacra.	90	320	125	L-L
Grupa	12: Punto más alto em la altura de los tubérculos sacrales del íleon.	90	320	125	L-L
Ancas	13: Porciones craneales de los tuberos coxales de los íleos izquierdo(a) /derecho (b).	78	100	6,4	L-M
Nalgas	14: Porción caudal de la tuberosidad isquémica izquierda(a) / derecha.	90	320	80	L-L
Espalda	15: Borde dorsal del cartílago escapular.	90	320	125	L-L
	16: Tercio medio del borde craneal de la escápula.	90	320	125	L-L
Brazo	17: Porciones craneales de las tuberosidades mayores del húmero izquierdo (a)/derecho (b).	90	320	80	L-L
	18: Epicondilo lateral del húmero.	94	80	6,4	L-M
Antebrazo	19: Epicondilo lateral del radio.	94	80	6,4	L-M
	20: Apófisis estiloides lateral del radio, por encima del hueso accesorio del carpo.	78	100	7,0	L-M
Caña anterior	21: Extremidad proximal del cuarto hueso metacarpiano.	78	100	7,0	L-M
	22: Epifisis lateral del tercer hueso metacarpiano.	96	100	6,4	L-M
Cuartilla anterior	23: Epifisis proximal de la falange proximal del miembro torácico.	96	100	6,4	L-M
	24: Epifisis lateral de la falange medial del miembro torácico.	96	100	6,4	L-M
Muslo	29: Parte cranial do trocânter maior do fêmur; 30: Epicôndilo lateral do fêmur.	94	80	6,4	L-M
Rótula	31: Superficie craneal de la rótula.	96	100	6,4	L-M
Pierna	32: Cresta tibial.	96	100	6,4	L-M
	33: Maléolo lateral de la tibia.	96	100	6,4	L-M
Caña posterior	34: Extremo proximal del cuarto hueso metatarsiano.	80	100	6,4	L-M
	35: Epifisis lateral del tercer hueso metatarsiano.	80	100	6,4	L-M
Cuartilla posterior	36: Epifisis lateral proximal de la falange proximal del miembro pélvico.	78	100	6,4	L-M
	37: Epifís lateral da falange média del miembro pélvico	78	100	6,4	L-M

Subtítulo: KVp (kilovoltaje); Ma (miliamperios); Mas (miliamperios por segundo); L-L (posiciónlátero-lateral); L-M (posiciónlátero-medial)