

2024-01-11

## Índices morfológicos en caballos de una escuela de equitación en Cundinamarca (Colombia)

Juan Carlos Velásquez-Mosquera  
*Universidad de La Salle, Bogotá, jcvelasquez@unisalle.edu.co*

Viviana Parra-Ruiz  
*Universidad de La Salle, Bogotá, vparra15@unisalle.edu.co*

Juanita Bayona-Vélez  
*Universidad de La Salle, Bogotá, jbayona49@unisalle.edu.co*

Paula Cavanzo-Farfán  
*Universidad de La Salle, Bogotá, pcavanzo70@unisalle.edu.co*

Daniel Bautista-Cepeda  
*Universidad de La Salle, Bogotá, dbautista91@unisalle.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>

---

### Citación recomendada

Velásquez-Mosquera JC, Parra-Ruiz V, Bayona-Vélez J, Cavanzo-Farfán P y Bautista-Cepeda D. Índices morfológicos en caballos de una escuela de equitación en Cundinamarca (Colombia). *Rev Med Vet.* 2024;(48):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss48.3>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Índices morfológicos en caballos de una escuela de equitación en Cundinamarca (Colombia)

Juan Carlos Velásquez-Mosquera<sup>1</sup>; Viviana Parra-Ruiz<sup>2</sup>; Juanita Bayona-Vélez<sup>3</sup>; Paula Cavanzo-Farfán<sup>4</sup> y Daniel Bautista-Cepeda<sup>5</sup>

## Resumen

Los índices estructurales y de desempeño proporcionan información objetiva sobre el morfotipo de los animales y su potencial funcionalidad. El objetivo del trabajo fue caracterizar la morfología de los caballos de una escuela ecuestre, analizando la variación conformacional de estos a partir de ciertas medidas morfométricas: peso (PC), altura a la cruz (AC), altura a la grupa (AG), altura al dorso (AD), longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT) y perímetro de caña anterior (PCA). Con estas medidas se calcularon los siguientes índices de desempeño o conformación: corporal (IC), de conformación (ICF), de compacidad (ICO), dácilo-torácico (IDT), de Carga 1 (IC1) y 2 (IC2), de masa corporal (IMC), relación perímetro torácico-altura a la cruz (PT:A) y grado de ajuste de silla (GS). Esto se hizo en caballos deportivos de cuatro tipos raciales: caballo colombiano para deporte (CCD), criollo (CR), polo argentino (PA) y pura sangre inglés (PSI). Los datos se tomaron de 29 caballos (9 hembras y 20 machos) con edad promedio de 10 años. Los índices de conformación difirieron entre razas ( $P < 0,01$ ), y se correlacionaron con el biotipo morfológico de cada una de estas. El morfotipo promedio para CR y PSI (tabla 3) los definió como caballos longilíneos, mientras que CCD y PA son mesolíneos, aptos para silla deportiva. La determinación de los índices morfológicos permitió la correcta caracterización de la conformación de caballos deportivos, por lo que a partir de estos índices es posible clasificar de manera objetiva el fin funcional de estos. Además, algunos índices (IC1, IC2, GE) serían indicadores indirectos de la relación fin-bienestar en los animales.

**Palabras clave:** bienestar; equino; morfometría; selección.

\* Artículo de Investigación.

1 Médico veterinario, MSc. y docente investigador en Unisalle Bogotá. Grupo de investigación REMEAT

✉ [jcvelasquez@unisalle.edu.co](mailto:jcvelasquez@unisalle.edu.co)

🌐 <https://orcid.org/0000-0003-4066-5376>

2 Estudiante de Zootecnia, Unisalle. Semillero SIMAT

✉ [vparra15@unisalle.edu.co](mailto:vparra15@unisalle.edu.co)

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-6514-6938>

3 Estudiante de Medicina Veterinaria, Unisalle. Semillero SIMAT

✉ [jbayona49@unisalle.edu.co](mailto:jbayona49@unisalle.edu.co)

🌐 <https://orcid.org/0000-0001-9292-1584>

4 Estudiante de Medicina Veterinaria Unisalle. Semillero SIMAT

✉ [pcavanzo70@unisalle.edu.co](mailto:pcavanzo70@unisalle.edu.co)

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-9332-3516>

5 Estudiante de Medicina Veterinaria Unisalle. Semillero SIMAT

✉ [dbautista91@unisalle.edu.co](mailto:dbautista91@unisalle.edu.co)

🌐 <https://orcid.org/0000-0003-3534-0809>

**Cómo citar este artículo:** Velásquez-Mosquera JC, Parra-Ruiz V, Bayona-Vélez J, Cavanzo-Farfán P, Bautista-Cepeda D. Índices morfológicos en caballos de una escuela de equitación en Cundinamarca (Colombia.) *Rev Med Vet.* 2024;(48), e0003. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss48.3>

## Morphological indexes in horses from a riding school in Cundinamarca (Colombia)

### Abstract

The structural and performance indexes provide objective information on the morphotype of the animals and their potential functionality. The aim of this study was to characterize the morphology of horses from an equestrian school and to analyze the conformational variation of the horses from a group of morphometric measurements: body

weight (BW), withers height (HW), croup height (HC), back height (HB), body length (BL), girth circumference (GC), cannon perimeter (CP) and from these calculate some performance and/or conformation indexes: body index (BI), conformation index (CFI), compactness index (COI), dactyl-thoracic index (DTI), load step index 1 and load trot index 2 (LSI1 and LTI2), body mass index (BMI), ratio girth circumference–height GC:H and the degree of saddle (DS) in sport horses of four racial types: Colombian sport horse (CSH), criollo (CR), Argentine polo (PA) and English Thoroughbred (PSI). The data was taken from 29 horses (9 females and 20 males) with an average age of 10 years. The mean conformation index differed between breeds ( $P < 0.01$ ), and these were related to the morphological biotype of each breed. The morphotype for CCD and PSI defined them as longiline horses suitable for jumping, while CR and PA mesoline, suitable for sports saddle. The determination of morphological indices allowed the correct characterization of the conformation of sporting horses, from these indexes it is possible to objectively classify the functional purpose. In addition, some indexes (LSI1, LTI2, DS) would be indirect indicators of the end-welfare relationship in animals.

**Key words:** equine; morphometry; selection; welfare.

## INTRODUCCIÓN

Las medidas morfométricas proporcionan información objetiva sobre la conformación de los animales, referida a las diferentes regiones del cuerpo. Igualmente, se logra obtener información sobre las proporciones, que son las relaciones entre las diferentes partes del cuerpo del animal y las asociaciones que lo forman (1). Al buscar la conformación adecuada en caballos (*Equus caballus*) deportivos, las proporciones deben ser armoniosas, y el animal debe ser capaz de funcionar como un todo. Para estudiar estas proporciones, se deben considerar las medidas morfométricas, así como sus variaciones y compensaciones (2). En la cría de caballos la conformación es un factor importante, ya que condicionan la marcha, los movimientos, la locomoción y, en última instancia, el rendimiento deportivo de estos (3, 4).

A partir de las medidas hipométricas se han generado una diversidad de índices funcionales. Desde las clasificaciones volumétricas para establecer categorías por peso de los caballos, hasta los índices más actuales, que interrelacionan diferentes partes corporales; en estos últimos se pueden señalar índices que evalúan la proporción de medidas volumétricas corporales. Los índices estructurales, expresados en valores o absolutos o porcentaje, son el resultado de combinar de dos o más medidas morfométricas, que clasifican el morfotipo y la función del animal. Entre estos índices se destacan el índice corporal, el índice de compacidad, el índice de conformación y el índice dáctilo-torácico (6).

Algunos autores han sugerido nuevos índices que se relacionarían con el bienestar animal (BA), tales como el índice de capacidad de carga al trote/galope (IC1) y al paso (IC2), ya que en la actividad ecuestre es fundamental averiguar la capacidad de carga de razas individuales de caballos que varían en peso corporal promedio (7). El índice de carga (IC) ha sido sugerido por varios autores como aquel que favorece el bienestar animal (BA). Se ha demostrado que el peso soportado de un caballo al trote/galope (>30 %, incluyendo jinete y silla) con relación al peso del caballo podría tener un efecto negativo sobre los parámetros

biomecánicos, fisiológicos y de comportamiento de los caballos durante el trabajo (8, 9, 10). Otro índice que recientemente se ha relacionado con el bienestar es el grado de ajuste de silla (GS), que evalúa las asociaciones sobre el nivel del eje espinal cruz-dorso-grupa, que se relacionan con el grado de acomodo de la silla a la conducción del caballo.

Si bien la puntuación de la condición corporal (CC) usando escalas subjetivas es el método más aceptado para la evaluación de la adiposidad general en caballos, existen diferencias en la distribución regional de la grasa subcutánea, lo que hace que hayan surgido otros métodos objetivos para medir reservas corporales a través del uso de índices morfométricos que permiten relacionar medidas corporales, por ejemplo, el índice que relaciona el perímetro torácico y la altura a la cruz. Este índice se ha sugerido como un método alternativo al sistema de puntuaciones de condición corporal (CC), para evaluar la gordura en caballos de silla (11, 12) (cuando el valor del índice es superior a 1,21 se considera un caballo gordo). Otro índice que se ha utilizado para evaluar la adiposidad del equino es el índice de masa corporal (IMC), según reportes de Carter et al. (11) y Donaldson et al. (13), quienes sugieren el uso del IMC, que se ha usado por décadas en humanos y animales para ajustar el engrasamiento corporal, dividiendo el peso y la altura a la cruz<sup>2</sup>. Muchos índices se han utilizado en estudios interdisciplinarios de investigación de caballos de diversas razas en varios países del mundo mostrando sus diversas aplicaciones: clasificación racial, conformación, y bienestar (1, 2, 6, 7, 14, 15, 16)

El uso de índices morfológicos también genera información valiosa sobre la conformación para fines ecuestres específicos (17) y para la selección de animales funcionales dentro de una raza (12). En tal sentido, Duensing et al. (18) afirmó que, con base en el uso de índices integrales de conformación y desempeño, en caballos deportivos es posible identificar rasgos indicadores que permitan una selección eficiente de un biotipo estable y competitivo. A pesar de todo este conocimiento generado, Holmström y Philipsson (19)

sugieren que el uso de índices que se relacionan con la conformación, rendimiento, salud y el bienestar de caballos deportivos debería ser más aplicado.

Muchos índices calculados a partir de medidas corporales no se usan frecuentemente por criadores y manejadores de caballos, a pesar de que algunos de estos podrían ayudar a orientar la selección y mejorar el manejo y bienestar de los animales (20). Con relación a uso de índices en Colombia, en escuelas ecuestres su uso ha sido escaso. El objetivo de este estudio fue caracterizar las medidas morfométricas y estimar un grupo de índices morfológicos en caballos de cuatro tipos raciales en una academia ecuestre de Cundinamarca, para determinar su aplicabilidad para las actividades deportivas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos de este estudio fueron aprobados por el Comité de Ética en Uso Animal de la Universidad de La Salle (Ref. 079/2021), el 1 de diciembre de 2021. Se hicieron mediciones en brete a un grupo de caballos en la escuela ecuestre “La Academia”, en Chía (Cundinamarca, Colombia).

### Muestra

Fueron seleccionados veintinueve caballos deportivos (tabla 1) que entrenan en modalidad de silla recreativa, adiestramiento y salto, incluyendo caballos castrados y yeguas, entre los 6 y 18 años. Los tipos raciales fueron: criollo (CR), caballo colombiano para deporte (CCD), polo argentino (PA), y pura sangre inglés (PSI), y presentaban buen estado de salud.

Los animales fueron trasladados de las pesebreras al brete por sus manejadores, para ser medidos con cintas y reglas métricas. Durante el proceso fueron evaluados usando la prueba de bienestar animal (BA), que utiliza la escala facial de grado de tensión Grimace (0-2), con la que se evidenció que todos estaban habituados

al manejo rutinario y presentaron escalas de bajo discomfort (21).

Tabla 1. Actividad principal ecuestre de la muestra evaluada\*

Raza		CR		CCD		PA		PSI	
Sexo		M	H	M	H	M	H	M	H
Modalidad	Silla	6	4		1	2			
	Adiestramiento	1			1	3			
	Salto	1		1	1	3		2	3
Total		8	4	1	3	8	0	2	3

\*En el conteo por modalidad se tuvo en cuenta la modalidad principal del caballo, sin embargo, se encontró que al menos un animal en cada raza con fines mixtos de silla/salto. Todos los caballos evaluados se manejaron en estabulación, estaban alojados en establos individuales con camas de paja, con suministro de dos raciones diarias de heno y concentrado comercial.

## Peso y condición corporal

Los equinos fueron pesados en una báscula mecánica. Además, cada animal fue evaluado usando la escala de condición corporal, que fue realizada por un técnico entrenado usando la metodología de Henneke modificada, en la que se asigna un puntaje de manera visual y táctil de los seis sitios anatómicos: cuello, cruz, cincha, costillar, lomo y base de la cola, para luego evaluar por tercios anterior, medio y posterior. La escala modificada permite la evaluación independiente de los depósitos de tejido adiposos en diferentes regiones del cuerpo (cuello, lomo, costillar y grupa), y al final se usan los valores obtenidos para promediar un puntaje total del caballo (1).

## Medidas morfométricas

Se tomaron seis medidas corporales a cada animal en estación, aquellas necesarias para la estimación de los índices de conformación, según la metodología descrita por McManus et al. (6): altura a la cruz (AC), altura al dorso (AD), altura a la grupa (AG), longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT) y perímetro de caña anterior (PCA). Las medidas de altura fueron

tomadas con hipómetro y las medidas de volumen con cinta métrica.

## Índices morfométricos

Las medidas hipométricas de los cuatro tipos raciales de caballos se compararon con 10 índices, para así poder obtener valores de índices que se pudieran utilizar para determinar la aptitud/conformación, salud y bienestar de los caballos. Así, se calcularon cinco índices

estructurales para obtener una mejor comprensión de la conformación de los animales y sus proporciones; también, se calcularon tres índices de bienestar y dos índices de engrasamiento (tabla 2).

Para estudiar las variables morfométricas se utilizó un análisis descriptivo (promedio y desviación estándar), una prueba de varianza de comparación de medias para los tipos raciales y un análisis de correlaciones entre

Tabla 2. Índices estimados a partir de morfometría y su función en caballos

Tipo de Índice	Índice	Formula	Interpretación
Estructural/ funcional	Corporal (IC)	$IC=LC \times 100 / PT$	Mide la relación entre la longitud corporal y el perímetro torácico. Cuando es menor que 0,88, indica que el animal es longilíneo; mayor a 0,86 y menor a 0,88, el animal es mesolíneo; menor de 0,86, animal es corto o brevilíneo. El animal largo es más adecuado para velocidad, el corto para fuerza y el medio con habilidades mixtas (1).
	Dáctilo-torácico (IDT)	$IDT=PC/PT * 100$	Este índice divide el perímetro de caña anterior y el perímetro torácico, lo que permite determinar si la capacidad de sustento óseo del animal está acorde con su peso corporal. Un valor promedio de 0,11 es indicado para caballos de silla (9, 32).
	Relativo altura cruz grupa (AC:AG)	$IRCG=AC/AG$	Relaciona altura cruz y grupa. La conformación deseable es altura a la cruz más baja que la altura a la grupa, lo que indica mejor habilidad en el ejercicio (16).
	Conformación o forma (ICF)	$ICF=(PT)^2/AC$	Relaciona el perímetro torácico y la altura cruz. Un caballo de silla debe tener un índice igual a 2,11, mientras que los valores por encima de este indican que el animal es apto para la tracción (6).
	Compacidad (ICO)	$ICO=PV/AC/100$	Mide la relación de peso y altura cruz. Si un animal tiene un índice menor a 2,30, es considerado apto para la silla, y si es mayor que 3, es apto para tracción (6, 32).
Bienestar animal	Grado de ajuste de silla (GS)	$GS=AD-(AC+AG)/2$	En este índice se resta la altura al dorso de la suma de las alturas de la cruz y la grupa, siendo ambas divididas por dos. Además, evalúa las asociaciones de altura cruz-dorso-grupa sobre el eje espinal, y se relacionan con el grado de acomodo la silla a la conducción del caballo. Un grado de ajuste de silla de -0,065 se considera aceptable, es en el que hay menor riesgo de lesiones por mala posición del sillín en el dorso de los animales (22).
	Carga1 (IC1)	$IC1=(PT)^2 \times 56 / AC$	Relación entre perímetro torácico y altura a la cruz. Indica el peso en kilogramos que el animal puede resistir sin tensión excesiva en el dorso. Se considera un peso soportado al trote/galope adecuado aquel que no supere el 30% de su peso corporal (incluyendo jinete y silla) (6, 8).
	Carga2 (IC2)	$IC2=(PT)^2 \times 95 / AC$	Relación entre perímetro torácico y altura a la cruz. Indica el peso en kilogramos que el animal puede resistir al paso, sin tensión excesiva en el dorso. Un peso soportado al paso no debe superar el 43% de su peso corporal, incluyendo jinete y silla (6, 8).
Grado engrasamiento	De masa corporal (IMC)	$IMC=(\text{peso [kg]}/AC [m]^2)$	Estima el engrasamiento ajustado al peso corporal y la altura a la cruz. El IMC promedio es 17%, con rango para caballos deportivos del 14 al 19% (13, 24).
	Relación perímetro torácico- altura a la cruz (PT:AC)	PT:AC	Estima engrasamiento subcutáneo medido en el perímetro torácico con relación a la altura a la cruz. Índice superior a 1,21 se considera un caballo gordo (11).

medidas e índices. Se usó para los análisis el software Infostat versión 2020.

## RESULTADOS

En la tabla 3 se observan los promedios de medidas corporales, de engrasamiento e índices morfométricos de los tipos raciales evaluados. Las medidas corporales e índices morfométricos dejan ver diferencias en el morfotipo relacionadas con el peso o volumen del animal. Igualmente, en las medidas de engrasamiento o estado de gordura se evidencian condiciones más delgadas para caballos PA, PSI, CCD, en comparación al tipo racial CR.

La tabla 4 muestra las correlaciones entre medidas corporales, de engrasamiento e índices morfométricos. La mayoría de las medidas e índices guardan relación directa y algunas pocas exhiben relaciones antagónicas. Las medidas fueron las siguientes: peso corporal (PC), altura a la cruz (AC), altura al dorso (AD), altura a la grupa (AG), longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT), perímetro de caña anterior (PCA), índice corporal (IC), índice dáctilo-torácico (IDT), índice de conformación (ICF), índice de compacidad (ICO), relación altura cruz/ grupa (AC:AG), y grado de ajuste de silla (GS), índice de capacidad de carga al trote/galope (IC1) y al paso (IC2).

Tabla 3. Medidas morfométricas e índices corporales en caballos de cuatro tipos raciales de una escuela ecuestre (n=29)

Medida/ índice	Acrónimo/ tipo racial	CR (n=12)	CCD (n=4)	PA (n=8)	PSI (n=5)	p-valor
		Media y DS				
Peso	P	343±64 <sup>a</sup>	498±43 <sup>b</sup>	435,62±36 <sup>b</sup>	432,20±48,29 <sup>b</sup>	<,0001
Puntaje condición corporal	PCC	5,41±0,51 <sup>a</sup>	4,75±0,5 <sup>a</sup>	4,50±0,92 <sup>a</sup>	4,60±0,89 <sup>a</sup>	0,0392
Altura a la cruz	AC	144,04±8,16 <sup>a</sup>	163,00±6,32 <sup>b</sup>	156,62±4,47 <sup>b</sup>	159,10±5,68 <sup>b</sup>	<,0001
Altura dorso	AD	136,20±7,60 <sup>a</sup>	152,75±5,85 <sup>b</sup>	147,37±6,04 <sup>b</sup>	150,70±6,49 <sup>b</sup>	<,0001
Altura a la grupa	AG	142,66±7,42 <sup>a</sup>	161,25±4,78 <sup>b</sup>	155,50±5,01 <sup>b</sup>	158,10±4,66 <sup>b</sup>	<,0001
Longitud corporal	LC	146,25±8,40 <sup>a</sup>	160,25±8,99 <sup>b</sup>	152,75±5,44 <sup>ab</sup>	156,60±3,28 <sup>a</sup>	0,0087
Perímetro torácico	PT	164,75±10,76 <sup>a</sup>	186,50±8,10 <sup>b</sup>	179,37±5,09 <sup>ab</sup>	170,40±14,08 <sup>a</sup>	0,0021
Perímetro caña	PC	18,66±1,54 <sup>a</sup>	20,37±0,75 <sup>a</sup>	20,00±1,41 <sup>a</sup>	20,20±0,90 <sup>a</sup>	0,0538
Índice corporal	IC	88±4,18 <sup>a</sup>	85±2,35 <sup>a</sup>	85,18±3,03 <sup>a</sup>	92,47±8,99 <sup>a</sup>	0,0705
Índice dáctilo-torácico	IDT	11,32±0,38 <sup>a</sup>	10,92±0,24 <sup>a</sup>	11,14±0,61 <sup>a</sup>	11,94±1,46 <sup>a</sup>	0,1701
Índice conformación	ICF	1,88±14,05 <sup>ab</sup>	2,13±11,31 <sup>b</sup>	1,88±14,05 <sup>ab</sup>	2,05±8,85 <sup>a</sup>	0,0036
Índice compacidad	ICO	2,37±0,29 <sup>a</sup>	3,05±0,16 <sup>b</sup>	2,78±0,29 <sup>a</sup>	2,71±0,23 <sup>ab</sup>	0,0003
Relación altura cruz/ grupa	AC:AG	1,00±0,01 <sup>a</sup>	1,14±0,01 <sup>b</sup>	1,15±0,01 <sup>b</sup>	1,00±0,01 <sup>a</sup>	<,0001
Grado de ajuste de silla	GS	-7,15±0,48 <sup>a</sup>	-9,38±1,25 <sup>a</sup>	-8,69±1,96 <sup>a</sup>	-7,90±1,96 <sup>a</sup>	0,3634
Índice carga1	IC1	105,55±7,87 <sup>ab</sup>	119±6,33 <sup>b</sup>	115,09±4,95 <sup>ab</sup>	102,93±16,90 <sup>a</sup>	0,0163
Índice carga2	IC2	179,07±13,35 <sup>ab</sup>	202±10,74 <sup>b</sup>	195,24±8,41 <sup>ab</sup>	174,62±28,68 <sup>a</sup>	0,0163
Relación perímetro torácico: altura cruz	PT:AC	1,14±0,02 <sup>ab</sup>	1,15±0,01 <sup>b</sup>	1,15±0,02 <sup>b</sup>	1,07±0,10 <sup>a</sup>	0,0312
Índice masa corporal	IMC	16,4±0,07 <sup>a</sup>	18,7±0,07 <sup>b</sup>	17,7±0,01 <sup>b</sup>	17,0±0,01 <sup>ab</sup>	0,0008

\* Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes. Los promedios de cada grupo racial con diferente letra en subíndice dentro de una fila difieren (p<0,05\*, p<0,01\*).

Tabla 4. Correlación entre medidas e índices morfométricos en caballos deportivos

Medida / índices	P	AC	AD	AG	LC	PT	PCA	IC	IDT	ICF	ICO	AC:AG	GS	IC1	IC2
P		0,94**	0,90**	0,94**	0,83**	0,83**	0,80**	ns	ns	0,61**	0,99**	0,60**	ns	0,61**	0,61**
AC	0,94**		0,96**	0,98**	0,82**	0,77**	0,80**	ns	ns	0,47**	0,87**	0,52**	ns	ns	ns
AD	0,90**	0,96**		0,96**	0,80**	0,71**	0,80**	ns	ns	0,41*	0,82**	0,46**	ns	0,41*	0,41*
AG	0,94**	0,98**	0,96**		0,83**	0,77**	0,81**	ns	0,12	0,49**	0,88**	0,52**	ns	0,49**	0,49**
LC	0,83**	0,82**	0,80**	0,83**		0,65**	0,71**	ns	ns	0,43*	0,79**	ns	ns	0,43*	0,43*
PT	0,83**	0,77**	0,71**	0,77**	0,65**		0,66**	-0,63**	-0,38*	0,93**	0,83**	0,64**	ns	0,93**	0,93**
PCA	0,80**	0,80**	0,80**	0,81**	0,71**	0,66**		ns	0,44*	0,46*	0,76**	0,42*	ns	0,46*	0,46*
IC	ns	ns	ns	ns	0,18	-0,63**	ns		0,66**	-0,78**	ns	-0,46*	ns	-0,78**	-0,78**
IDT	ns	ns	ns	ns	ns	-0,38*	0,44*	0,66**		-0,57**	ns	ns	ns	-0,57**	-0,57**
ICF	0,61**	0,47**	0,41*	0,49**	0,43*	0,93**	0,46*	-0,78**	-0,57**		0,64**	0,58**	ns	1**	1**
ICO	0,99**	0,87**	0,82**	0,88**	0,79**	0,83**	0,76**	ns	ns	0,64**		0,63**	ns	0,64**	0,64**
AC:AG	0,60**	0,52**	0,46*	0,52**	0,34	0,64**	0,42*	-0,46*	ns	0,58**	0,63**		ns	0,58**	0,58**
GS	ns	ns	ns	ns	ns	-ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns
IC1	0,61**	0,47**	0,41*	0,49**	0,43*	0,93**	0,46*	-0,78**	-0,57**	1	0,64**	0,58**	ns		ns
IC2	0,61**	0,47**	0,41*	0,49**	0,43*	0,93**	0,46*	-0,78**	-0,57**	1	0,64**	0,58**	ns	ns	

\*P &lt; 0,05

\*\*P &lt; 0,01

ns: no significativo

## DISCUSIÓN

En los estudios de Rezende et al. (7) se reportó que el sexo influyó en los promedios de las variables morfométricas analizadas en caballos deportivos; sin embargo, en el presente estudio no se observaron diferencias significativas en las variables morfométricas analizadas entre sexos, solo se encontraron diferencias relacionadas con el tipo racial. En la tabla 3 se muestran los valores promedios de las medidas morfométricas e índices zootécnicos de caballos de la escuela ecuestre La Academia.

### Peso y puntaje de condición corporal

Todos los caballos evaluados (tabla 3) estuvieron en la categoría de peso eumétrico, es decir, entre 350 y 500 kilogramos (kg). Los caballos del tipo racial criollo tuvieron pesos promedio similares a los reportados

Silva et al. (23) para caballos criollos en Brasil, y por Zuluaga y Correa (24) para caballos criollos colombianos. El peso para caballos deportivos PA y PSI estuvo de acuerdo con los reportes de Rezende et al. (7).

La media de PCC fue en promedio de 5 para caballos con un peso promedio de 422 kg; solo un caballo se clasificó en condición marginal de 3. El PCC promedio de 5 está dentro del rango (4 a 5) que se considera óptimo en caballos de disciplinas ecuestres como carrera de velocidad, polo y adiestramiento (25, 35). El 42 % de los caballos evaluados tuvieron un puntaje 5, el 29 % un puntaje de 6, el 23 % un puntaje de 4, y el 2 % un puntaje de 3. Sin embargo, no se puede generalizar que un PCC de 5 se considere óptimo para todas las disciplinas deportivas o los morfotipos de caballos, por lo que no es posible usar solo esta medida de clasificación del nivel de reservas corporales para equinos deportivos.

## MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

### Alturas a la cruz (AC) y altura a la grupa (AG)

Las medidas de la altura a la cruz (AC) y la altura a la grupa (AG) están asociadas a la dimensión esquelética del animal. Los caballos evaluados tuvieron AC diferentes (tabla 3); el CR por su tamaño se caracteriza como un caballo de tamaño de tipo eumétrico, mientras que los tipos raciales CCD, PA y PSI, con AC mayores a 1,56 cm, se clasificarían como hipermétricos.

Con respecto a la medida de la AC se encontraron valores medios para CR, ligeramente superiores a los reportados por Zuluaga y Correa (24) para caballo criollo colombiano, quienes reportaron valores medios 1,38 cm. La AC de caballos deportivos de las razas PSI y PA se consideran una consecuencia de la selección racial de extremidades relativamente largas, que favorecen la velocidad. McManus et al. (6) indica que la longitud de las extremidades afecta no solo a la altura de un animal, sino también influye en la calidad de su marcha y predisposiciones atléticas (4). Los valores medios de AC de caballos PA y PSI fueron similares a los reportados por Martín-Giménez et al. (26) en caballos deportivos.

### Longitud corporal (LC) y perímetro torácico (PT)

Zuluaga y Correa (24) encontraron valores medios de longitud corporal (LC) (1,54 cm) mayores a los encontrados en esta muestra, y un valor promedio de (perímetro torácico) PT menor a los encontrados en el presente estudio (tabla 3), lo que indica la variabilidad que existe en las proporciones y el morfotipo del caballo criollo colombiano.

Los resultados del estudio indicaron que los caballos CR y PSI tuvieron un perímetro torácico más estrecho que los encontrados para CCD y PA. Martín-Giménez et al. (26) reportaron PT superiores en caballos

deportivos y medidas de LC de 1,59 cm, similares a los caballos de los tipos raciales CCD y PSI.

### Perímetro de caña anterior (PCA)

Powell et al. (10) indicaron que el perímetro de caña es un rasgo importante para la capacidad de carga del animal. En este estudio, se encontraron diferencias entre tipos raciales para PC. Los valores medios para CR fueron 18,67 cm, para caballo CR, y cercanos a 20 cm para CCD, PA y PSI. Los animales con perímetro de caña estrecho suelen guardar relación con un peso corporal más bajo. El PC encontrado para caballos en este estudio son similares a los reportados por Fonseca et al. (27) y Ferreria-Padilha et al. (1) para caballos de silla de disciplinas ecuestres.

## ÍNDICES ESTRUCTURALES Y DESEMPEÑO

### Índice corporal (IC)

Respecto a este índice —que mide la relación longitud corporal y perímetro torácico—, se evidenciaron diferencias entre tipos raciales, aunque no significativas, en dos tipos de caballos: el CR y el PSI, categorizados por su índice medio como longilíneos, y el CCD y el PA, categorizados como mesolíneos, siendo este último el más común para caballos de silla; hay hallazgos similares para caballos criollos en Brasil (31, 7, 23). Sin embargo, en el reporte de Fonseca et al. (27) sobre caballo criollo brasileiro, se indicó un índice corporal promedio más bajo de 78, lo que equivale a formas más brevilineas.

Del análisis individual del IC de los caballos evaluados, 10 animales fueron clasificados como brevilineos (34,5 %), con aptitud funcional mixta o de tracción ligera-silla; 9 animales mesolíneos, con aptitud para silla (31 %); y 10 longilíneos (34,5 %), para aptitud deportiva. Llamó la atención el promedio de LC en la muestra del tipo racial CR, al ser un animal clasificado eumétrico por peso y altura a la cruz, y a su vez ser de buena longitud corporal.

## Índice de conformación o forma (ICF)

Se encontraron diferencias significativas entre algunos tipos racial para el índice de conformación o forma (ICF). Se encontraron similitudes en CR y PA (1,88) y un valor superior en CCD (2,13) y PSI (2,05). Según reportes de Rezende et al. (7), el ICF medio de 1,88 indica aptitud para la actividad de silla. 21 caballos (72 %) tuvieron un ICF adecuado para aptitud de silla, 8 tuvieron un índice superior a 2,11, lo que muestra una aptitud mixta, de silla y tracción. Brooks et al. (14) y Solé et al. (28) sugieren que el ICF desempeña un papel importante en el rendimiento de caballos de silla.

## Índice de compacidad (ICO)

Los resultados obtenidos para los índices de compacidad (ICO) mostraron que el tipo racial CR arroja valores promedio cercanos a 2,30 (tabla 3), por lo que dichos animales se considerarían adecuados para el fin de silla, coincidiendo con reportes de Fonseca et al. (27) y McManus et al. (6). Los tipos raciales CCD, PA y PSI obtuvieron valores medios cercanos a 2,75 (tabla 3), lo que indica aptitudes mixtas silla y tracción ligera, mostrando que algunos animales se considerarían versátiles y pueden presentar más de una aptitud compatible con la selección en algunas razas equinas criollas latinoamericanas. En la valoración individual, 8 caballos (28 %) tuvieron índices mayores a 3,15, lo que demuestra más aptitud de tracción pesada; 21 caballos (72 %) tuvieron índices adecuados para silla o deporte, encontrándose valores similares a los reportados por Ferreria-Padilha et al. (1). Los valores de ICO de 21 caballos (72 %) de la escuela fueron consistentes con el tipo de disciplina al que están sujetos.

## Índice de proporción alturas cruz y grupa

Los valores medios de relación entre la altura a la cruz (AC) y la altura a la grupa (AG) en los tipos raciales CR y PSI fueron iguales (tabla 3); del mismo modo, dichas medidas para los tipos raciales CCD y PA oscilaron entre 1 y 1,15. Estos valores medios son acordes con los reportes de Melo et al. (9), de Souza (29) y Chung

et al. (30), quienes mostraron diferencias sobre el eje dorsal cráneo-caudal de 1 cm para caballos de silla; mientras que valores cerca de la unidad entre las dos alturas (AC y AG) serían deseables para el equilibrio del caballo (31). Con relación a la AC y la AG, los caballos deportivos de la academia tendrían una conformación deseable, ya que según reportes de Ribeiro (2), la AG del caballo debe ser ligeramente más baja que la AC para disciplinas deportivas.

## Índice dáctilo torácico (IDT)

El índice dáctilo torácico (IDT) promedio en caballos de los tipos raciales estudiados varió entre 10,92 y 11,95; no se encontraron diferencias significativas entre razas. El promedio de IDT mayor fue para la raza PSI, seguida de CR, CCD y PA. El CR suele ser clasificado eumétrico, con un índice dáctilo-torácico medio (11,33), es decir, es un animal con estructura ósea fuerte, esto coincide con reportes de Melo et al. (9), Lustosa Pimentel et al. (32) y Rezende et al. (7) en caballos criollos latinoamericanos. Fonseca et al. (27) reportaron que un IDT de 11,66 en caballos criollos, lo que los clasifica intermedios entre silla y animal de tiro ligero. Estos valores determinan que los perímetros de caña están bien sustentados, reflejando la capacidad de las extremidades de un animal de soportar su masa. Los promedios de IDT en tipos raciales PSI, CCD y PA fueron similares en Ferreria-Padilha et al. (1) para diferentes tipos raciales con fines deportivos.

El 97 % de los caballos tuvieron un soporte esquelético adecuado para su altura y peso. Solo un caballo tuvo un IDT menor a 10 —de 1,54 cm de AC y peso de 422 kg—, lo que indicaría falta de sustento estructural esquelético para la actividad deportiva.

## Índices de carga IC1 e IC2

Al estimar los índices de carga máxima al trote/galope (IC1) y al paso (IC2), el tipo racial CR (tabla 3) presentó mayores valores de carga al trote/galope de 105 kg (31 % de su peso vivo) y al paso, de 179 kg (52 % de su peso vivo); mientras que el resto de los tipos raciales

tuvieron menores índices de carga: para CCD el IC1 fue de 119 kg (24 % de su peso vivo) y el IC2 de 202 kg (40 % de su peso vivo); para el tipo racial PA el IC1 fue de 115 kg (26 % de su peso vivo) y el IC2 de 195 kg (44 % de su peso vivo), y para PSI el IC1 fue de 102 kg (24 % de su peso vivo) y el IC2 de 174 kg (40 % de su peso vivo); sin embargo, algunos autores sugieren que el peso máximo soportado al paso en caballos eumétricos (350-500 kg) no debería superar el 30 % de su peso vivo (32).

Por otra parte, Bukhari et al. (8) encontraron que un aumento gradual de la carga en caballos al trote reduciría los compromisos biomecánicos de cambio en la simetría y la regularidad de la marcha. Los índices de carga de tipo CR son similares a los reportados por Rezende et al. (7) para caballo mestizo cuarto de milla, y por Ferreria-Padilha et al. (1) en caballo curraleiro, y superiores al caballo nordestino por Melo et al. (9) y McManus et al. (6) a caballo campeiro, e inferiores a caballos patrulleros de policía reportados por Schade et al. (20).

Rezende et al. (7) al confrontar índices de conformación como el IC con el índice de carga, se pueden presentar algunas contradicciones en la clasificación de los animales. En teoría, los animales longilíneos cargarían menos peso, mientras que aquellos brevilineos cargarían más peso; sin embargo, se debe considerar que el índice es solo un estimador de la capacidad del animal, por lo cual su resultado no debe tomarse en términos absolutos. Además, otros índices que evalúan otras medidas morfométricas deben ser considerados por las posibles compensaciones entre las medidas que conducen a la mejora en el rendimiento de los animales.

### Grado de ajuste de silla (GS)

El grado de ajuste de silla (GS) fue  $-0,065$ , valor cercano al encontrado por Melo (9) para caballos de silla, que está considerado en el rango ideal en el que habría menos riesgo de lesión por mal posicionamiento de la silla en el dorso de los animales (9).

## ÍNDICES DE ENGRASAMIENTO

### Relación PT:AC

Se encontraron índices de PT:AC iguales para los tipos raciales CR, CCD y PA de 1,14 e inferiores para PSI de 1,07 (tabla 3). La relación PT:AC para caballos CR fue ligeramente inferior a reportes de Zuluaga y Correa (24) en caballos de criollos de paso y trocha, y para Martín-Giménez et al. (26), indicando un nivel de engrasamiento delgado, sería más indicado para las disciplinas deportivas que desempeñan en la academia ecuestre.

### Índice de masa corporal (IMC)

El índice de masa corporal (IMC) para caballos deportivos osciló entre el 16,4 % y el 18,7 %, promediando un 17,45 % siendo ligeramente inferior al rango considerado ideal para caballos de otros fines de silla (20 %); se encontraron diferencias entre CR y CCD, debidas a la conformación de los caballos, pero siendo similar en caballos deportivos PA y PSI. Zuluaga y Correa (24) reportaron IMC superiores para caballos criollos colombianos de exposición con PCC, de 5 y 6, lo que evidencia los manejos diferenciales debidos a la dieta y actividad atlética.

## CORRELACIONES

En la tabla 4 se observan varias correlaciones entre medidas o índices, siendo evidente la correlación estrecha entre las medidas volumétricas del animal: longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT) y altura a la cruz (AC). Estos hallazgos son similares a los reportes de Ferreria-Padilha et al. (1) en caballos deportivos.

En el análisis de correlaciones de índices se evidencia que cada índice se relaciona con las medidas a partir de la cual se calculan (tabla 4). Las medidas morfométricas que tienen mayor asociación con los diferentes índices planteados fueron el P, PT, PC, AC, AD, AG, esto indicaría que, para una correcta caracterización

del morfotipo a través de índices, deberían tomarse alturas anterior, media y posterior sobre el eje vertebral, así como medidas volumétricas en caballos para fines deportivos.

Para analizar las correlaciones entre índices, llaman la atención las correlaciones antagónicas entre ICF e IC (-0,78), y las correlaciones directas entre ICF e IC1 y ICF e IC2, que indican que a mayor índice de forma o conformación en un caballo, mayor la capacidad de fuerza o de carga; de esta manera, se evidencia que estos índices denotarían la capacidad de carga del animal. El IDT se correlacionó negativamente con el ICF (-0,57), el IC1 (-0,57) y el IC2 (-0,57). Estos resultados podrían considerarse contradictorios si se asocian con medidas estructurales por separado que darían sustento al animal, pero al estar en relación con otras medidas, como es el caso del IDT —que está en función del perímetro de caña y el perímetro torácico—, darían como resultado que valores altos equivalen a menores capacidades de carga del animal y, en el mismo sentido, el índice de forma que se calcula con el perímetro torácico (PT) y altura a la cruz (AC) el animal.

El ICF se correlacionó con el ICO (0,64) y la relación AC:AG (0,58), estas dos correlaciones indicarían que podría elegirse alguno de estos índices para clasificar el morfotipo funcional del caballo. El ICF se correlacionó negativamente con GS (-0,34), aunque no fue significativo, lo que muestra que, a mayor valor de este índice, los caballos serían más aptos para tracción o fuerza, lo que estaría en detrimento del grado de ajuste de silla. El ICO se correlacionó con el IC1 (1) y el IC2 (1), lo que indica la correspondencia entre estos índices para determinar el potencial de la capacidad de carga funcional del caballo de silla. El índice AC:AG se correlacionó positivamente con los índices IC1 (0,58) e IC2 (0,58), lo que demuestra que un equilibrio entre las alturas a nivel del eje vertebral sería favorable para la capacidad de carga del animal.

Fonseca et al. (27) reportaron que las correlaciones entre índices ICF, IG1, IG2 e ICO fueron significativas,

con magnitudes moderadas a altas. En general se puede decir que los animales con mayor fuerza o velocidad tienen mayor capacidad carga de peso en el dorso o incluso capacidades para una mayor tracción, de acuerdo con los valores obtenidos en las correlaciones entre varios índices. Sin embargo, al analizar un índice importante en caballos deportivos como el IDT, por estimar la capacidad de sustento estructural, la asociación con los IC1 e IC2 fue negativa, lo que revela que el aumento en la capacidad de carga es inversamente proporcional a la capacidad de apoyo de miembros. Resultados similares fueron reportados por Gonçalves de Rezende et al. (33). Asimismo, Ferreria-Padilha et al. (1) encontraron asociaciones similares a las del presente estudio, entre el índice de compacidad y perímetro torácico ( $P=0,001$ ), y los índices de carga IC1 ( $P=0,001$ ) e IC2 ( $P=0,001$ ).

Las correlaciones entre las medidas volumétricas del animal están en concordancia con reportes de Angeli et al. (34), quienes encontraron correlaciones significativas altamente positivas en caballos deportivos brasileños entre la altura a la cruz y la longitud del cuerpo. Un resultado similar se encontró en un estudio en caballos deportivos brasileños (31); en caballos Campolina reportaron una correlación alta ( $P<0.01$ ) entre las medidas de altura a la cruz y la altura a la grupa, y entre la altura a la cruz y la longitud corporal.

Finalmente, el índice GE se correlacionó antagónicamente con el IC1 (-0,34) e IC2 (-0,34), lo que en parte explicaría que, para la adecuada capacidad de carga del animal, el grado adecuado de ajuste de la silla es sensible para su desempeño.

Las correlaciones encontradas en este estudio entre gran parte de las medidas morfométricas evaluadas coinciden con reportes de Ferreria-Padilha et al. (1). En tal sentido, reportes de Duensing et al. (18) sugieren que el uso de medidas corporales e índices morfométricos ayuda a determinar el perfil lineal en caballos atletas.

## CONCLUSIONES

Los índices morfométricos son herramientas importantes para guiar a los propietarios a definir la finalidad de uso de los caballos. Utilizar un grupo de índices basados en los diferentes rasgos morfológicos permitió una comprensión más objetiva de la funcionalidad y conformación, además del vínculo función-salud, al estimar el peso de carga del caballo. De igual forma, el uso de diferentes tipos raciales para fines ecuestres facilita tener a disposición animales para disciplinas atléticas de: silla deportiva, adiestramiento y salto, sin embargo, al encontrar caballos con finalidad de uso mixtos puede resultar en mayor heterogeneidad morfológica, como se evidenció en la clasificación de algunos morfotipos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al propietario de la academia ecuestre en Chía por la colaboración para realizar el estudio y a la Universidad de La Salle por el aval investigativo.

## REFERENCIAS

- Ferreria-Padilha FG, Tavares Miranda AC, Queiroz de Almeida F, Reis Ferreira, AM. Increase of fat-free mass and low percentage of body fat in Brazilian sport horses training under tropical climate. *Livest Sci.* 2017;199:46-49. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.02.026>.
- Ribeiro, DB. O cavalo de raças, qualidade e defeitos. Rio de Janeiro: Editora globo rural; 1988.
- Mawdsley A, Kelly EP, Smith FH, Brophy PO. Linear assessment of the thoroughbred horse: an approach to conformation evaluation. *Equine Vet J.* 1996;28(6):461-467. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01618.x>
- Komosa M, Purzyc H. Konik and Hucul horses: A comparative study of exterior measurements. *J Anim Sci.* 2009;87(7):2245-2254. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1501>.
- Pares I, Casnova PM. Zoometria. En Sañudo. Valoración morfológica de los animales domésticos. Editorial medio ambiente y medio rural, España (1 edición), 2009. p. 184.
- Mcmanus C, Falcão RA, Spritze A, Costa D, Louvandini H, Dias IT, Teixeira RA, Rezende MJ, Garcia JA. Caracterização morfológica de equinos da raça campeiro. *R Bras Zootec.* 2005;34(5):1553-1562. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982005000500015>
- Rezende MP, Abreu UG, Souza JC, Santos SA, Ramires GG, Sitorski IG. Morfologia corporal de equinos quarto de milha puros e mestiços utilizados no laço comprido no mato grosso do sul. *Arch Zoot.* 2015;64(246):183-185. <https://doi.org/10.21071/az.v64i246.395>
- Bukhari SSUH, Mc Elligott AG, Parkes RSV. Quantifying the impact of mounted load carrying on equids: A review. *Anim.* 2021;11(5):1333. <https://doi.org/10.3390/ani11051333>.
- Melo JB, Pires DF, Ribeiro MN, Santos DO, Silva HG. Estudo zoométrico de remanescentes da raça equina nordestina no município de Floresta, Pernambuco-Brasil. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal.* 2011;1:71-74. <https://doaj.org/article/be3e350d24624f0594fb8c287073fb4d>
- Powell D, Wimbush K, Peeples A, Duthie M. Evaluation of indicators of weight-carrying ability of light riding horses. *J Equine Vet Sci.* 2008;28(1):28-33 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2007.11.008>
- Carter R, Geor R, Staniar W, Cubitt T, Harris P. Apparent adiposity assessed by standardized scoring system and morphometric measurements in horses and ponies. *Vet J.* 2009;179(2):204-210. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.02.029>
- Jensen, RB, Danielsen, SH, Tauson, AH. Body condition score, morphometric measurements and estimation of body weight in mature Icelandic horses in Denmark. *Acta Vet Scand.* 2016;58(1):19-23. <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0240-5>
- Donaldson MT, Mcfarlane D, Jorgensen AJ, Beech J. Correlation between plasma  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone concentration and body mass index in healthy horses. *Am J Vet Res.* 2004;65(11):1469-1473. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.1469>

14. Brooks SA, Makvandi-Nejad S, Chu E, Allen JJ, Streeter C, Gu E, McCleery B, Murphy BA, Bellone R, Sutter NB. Morphological variation in the horse: defining complex traits of body size and shape. *Anim Genet.* 2010;41(s2):159-165. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02127.x>
15. Gómez MD, Azor PJ, Alonso ME, Jordana J, Valera M. Morphological and genetic characterization of Spanish heavy horse breeds: implications for their conservation. *Livest Sci.* 2012;144:57-66. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.10.013>.
16. Kristjansson T, Bjornsdottir S, Albertsdóttir E, Sigurdsson A, Pourcelot P, Crevier-Denoix N, Arnason T. Association of conformation and riding ability in icelandic horses. *Livest Sci.* 2016;189:91-101. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.05.010>
17. Sánchez MJ, Gómez MD, Molina A, Valera M. Genetic analyses for linear conformation traits in pura raza español horses. *Livest Sci.* 2013;157(1):57-64. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.07.010>
18. Duensing J, Stock KF, Krieter J. Implementation and prospects of linear profiling in the warmblood horse. *Equine Vet J.* 2014;34(3):360-368 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.09.002>
19. Holmström M, Philipsson J. Relationships between conformation, performance and health in 4-year-old swedish warmblood riding horses. *Livest Prod Sci.* 1993;33(3-4):293-312. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90009-7](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90009-7)
20. Schade MF, Menegatti J, Schade J, Souza-Júnior VA, Fonteque JH. Avaliação morfométrica de equinos do esquadrão de polícia montada dos municípios de Lages, Joinville e Florianópolis-sc. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2015;67(5):1335-134. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8403>
21. Czycholl I, Büttner K, Klingbeil P, Krieter J. An indication of reliability of the two-level approach of the AWIN welfare assessment protocol for horses. *Anim.* 2018;8(1):7. <https://doi.org/10.3390/ani8010007>
22. Conrado Silva D, Soares Fioravanti MC, Bastos Queiroz PJ, Corrêa da Silva MC, Amado Ribeiro SA, Moreira Duarte SS, Silva Pereira SS, Silva da Cruz A, Bernardes Minasi L, Divino da Cruz A. Morphological characterization of remaining specimens of the curraleiro horse in central Brazil. *Semina: Ciên Agrár.* 2022;43(1):449-458. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p449>
23. Silva SR, Payan R, Quaresma M, Guedes C, Santos AS. Relationships between body condition score and ultrasound skin-associated subcutaneous fat depth in equids. *Acta Vet Scand.* 2016;58:62. <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0243-2>
24. Zuluaga AM, Correa V. Body fat evaluation in Colombian paso horses: body condition score and morphometric and ultrasound measurements. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2020;57(4):e171082. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2020.171082>
25. Harker IJ, Harris PA, Barfoot CF. The body condition score of leisure horses competing at an unaffiliated championship in the UK. *J Equine Vet Sci.* 2011;31(5-6):253-254. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2011.03.058>
26. Martín-Gimenez T, Aguirre-Pascasio CN, de Blas I. Development of an index based on ultrasonographic measurements for the objective appraisal of body condition in Andalusian horses. *Spanish J Agricult Res.* 2017;15(4). <https://doi.org/10.5424/sjar/2017154-11732>
27. Fonseca R, Schmidt A, Guilherme G, Silva M, Lacerda Y, Lopes F, Ferreira J. Padrão morfométrico de equinos de tração no município de Araguaína, Tocantins. *Rev Acad Ciênc Anim.* 2016;14:108-115. <https://doi.org/10.7213/academica.14.2016.21>
28. Solé M, Gómez MD, Molina A, Peña F, Valera M. Analyses of conformational performance differentiation among functional breeding goals in the Menorca horse breed. *Arch Tierz.* 2013;56(1):367-379. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-038>
29. de Sousa AS, Carvalho de Jesus II, Albano de Araújo Oliveira C, Bermal Costa R, Nascimento de Godoi, F. How is the morphometry of stallions and mares show-winning and nonwinning Campolina Brazilian breed with batida and picada gaits? *J Equine Vet Sci.* 2018;64:34-40. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.02.012>
30. Chung, LBO. (2017). Caracterização morfológica, índices morfométricos e avaliação testicular do cavalo baixadeiro [Tesis de maestría]. São Luís: Universidade

- Estadual do Maranhão; 2017. <http://repositorio.uema.br/handle/123456789/126>
31. Lucena JEC, Vianna SAB, Berbari Neto F, Sales Filho RLM, Diniz WJS. Caracterização morfométrica de fêmeas, garanhões e castrados da raça campolina baseada em índices. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2016;68(2):431-438. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8016>
  32. Lustosa Pimentel M, Pinheiro M, Maia H, Miyosi Sakamoto S, Viana Nobre F, da Cunha Dias RV. Parâmetros biométricos de asininos (*equus asinus*) utilizados em provas de corrida no estado do Rio Grande do norte. *Acta Vet Brasil.* 2014;8(2):136-143. <https://doi.org/10.21708/avb.2014.8.2.3579>.
  33. Gonçalves de Rezende, MPG, Gonçalves Ramires, GG, Souza, JC. Equinos utilizados para tração de carroças em Aquidauana (MS) estão aptos para tal finalidade? *Revista Agrarian,* 2013;6(22):505-513.
  34. Angeli AL, dos Reis ADG, Brusorio DV, Simioni LC, Hartmann W. Biometria de cavalos Brasileiro de Hipismo: resultados parciais. *Rev Eletr Biociên Biotecnol e Saúde.* 2011;1(1):36-41.
  35. Pagan JD, Martin OA, Crowley NL. Relationship between body condition and metabolic parameters in sport horses, pony hunters and polo ponies. *J Equine Vet Sci.* 2009;29(5):418-420. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.04.117>.