

VALIDACIÓN DEL PROGRAMA INFORMÁTICO KINOVEA EN MEDICIONES ZOOMÉTRICAS DE CABALLOS COLOMBIANOS DE TROCHA Y GALOPE

VALIDATION OF THE KINOVEA COMPUTER PROGRAM IN ZOOMETRIC MEASUREMENTS OF COLOMBIAN TRACK AND GALLOP HORSES

Asdrual Gerardo Charfuelan – Muñoz ^{1*}

¹ Estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López – ESPAM “MFL” Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6115-1806>. Correo: asdrual.charfuelan@espam.edu.ec

Carlos Octavio Larrea – Izurieta ²

² Docente de la carrera de Medicina Veterinaria. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López – ESPAM “MFL” Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9167-2456>. Correo: clarrea@espam.edu.ec

* Autor para correspondencia: asdrual.charfuelan@espam.edu.ec

Resumen

El objetivo fue comparar medidas zoométricas en caballos colombianos de trocha y galope tomadas mediante procedimientos manuales y técnica fotogramétrica a través del software Kinovea® V0.9. Se emplearon en 50 caballos que ejecuten la modalidad de trocha y galope, se usó bastones zoométricos de diferentes tamaños y programa informático Kinovea. Se obtuvo estadística descriptiva de promedio, valores mínimo y máximo, desviación estándar, coeficiente de variación y se separaron medias con prueba de T de Student analizados en paquete estadístico InfoStat. No se encontró diferencia significativa ($p>0,05$) entre medición manual y medidas en Kinovea en todas las variables. Los promedios de medidas manuales fueron: alzadas a la cruz $140,54 \pm 3,77$ cm y grupa $136,46 \pm 2,84$ cm, diámetros longitudinal $144,94 \pm 5,28$ cm y dorso esternal $64,20 \pm 3,58$ cm, longitudes de cabeza $53,16 \pm 2,74$ cm, cuello $53,79 \pm 3,40$ cm y grupa $48,04 \pm 4,24$ cm. En KV se obtuvo: alzadas a la cruz $140,54 \pm 3,77$ cm y grupa $136,46 \pm 2,84$ cm, diámetros longitudinal $144,10 \pm 5,26$ cm y dorso esternal $64,70 \pm 3,69$ cm, longitudes de cabeza $53,19 \pm 2,51$ cm, cuello $52,60 \pm 2,97$ cm y grupa $47,48 \pm 4,38$ cm. Se concluye que el software Kinovea puede ser usado para tomar mediciones zoométricas.

Palabras clave: equinos; zoometro; hipometría; fotogrametría

Abstract

The objective was to compare zoometric measurements in Colombian trot and gallop horses taken by manual procedures and photogrammetric techniques using the Kinovea® V0.9 software. They were used in 50 horses that perform the trot and gallop modality, zoometric sticks of different sizes and the Kinovea computer program were used. Descriptive statistics were obtained for the average, minimum and maximum values, standard deviation, coefficient of variation and means were separated with the Student T test analyzed in the InfoStat statistical package. No significant difference was found ($p>0.05$) between manual measurement and Kinovea measurements in all variables. The average manual measurements were: height at the withers 140.54 ± 3.77 cm and rump 136.46 ± 2.84 cm, longitudinal diameters 144.94 ± 5.28 cm and sternal back 64.20 ± 3.58 cm, head lengths 53.16 ± 2.74 cm, neck 53.79 ± 3.40 cm and rump 48.04 ± 4.24 cm. In KV the following were obtained: heights at the withers 140.54 ± 3.77 cm and rump 136.46 ± 2.84 cm, longitudinal diameters 144.10 ± 5.26 cm and sternum 64.70 ± 3.69 cm, head lengths 53.19 ± 2.51 cm, neck 52.60 ± 2.97 cm and rump 47.48 ± 4.38 cm. It is concluded that the Kinovea software can be used to take zoometric measurements.

Keywords: equines; zoometer; hypometry; photogrametry

Fecha de recibido: 24/06/2024

Fecha de aceptado: 15/08/2024

Fecha de publicado: 04/09/2024

Introducción

La conformación morfológica es un rasgo de vital importancia en casi todas las razas de caballos (Staiger et al., 2016). El caballo de paso colombiano se cría por su conformación y armonisidad como características más importantes en esta raza. De este modo, se puede cumplir con los requisitos que serán evaluados por jueces expertos durante las exposiciones morfológicas (Salamanca et al., 2015).

Según Pérez et al., (2020) y Ortiz, (2016) indican al referirse sobre el análisis de las características externas o físicas de un caballo, la zoometría se encarga de medir las dimensiones totales o específicas del animal, las cuales son fundamentales para establecer ciertos índices zoométricos. Aunque el uso del zoometro de bastón para tomar medidas manuales es sencillo, a su vez es importante tomar en cuenta que el contacto forzado con el animal (Gaudioso et al., 2014; Barr, 1994) no está exento de dificultades, riesgos e inconvenientes, estos desafíos incluyen los riesgos de lesiones a al personal a su alrededor y animales por el contacto con estructuras de retención, el estrés inducido en los animales y errores de medición debido al movimiento continuo del animal (Gaudioso et al., 2014).

Según Borggaaed et al. (1996), durante la última década ha aumentado el uso de técnicas de análisis de imagen es como alternativa a las mediciones recopiladas en contacto directo con un animal; a su vez, Wu et al. (2004), menciona que estas técnicas permiten realizar mediciones más precisas en un menor tiempo de respuesta y posibilitan el almacenamiento de los datos (fotografías) para permitir su posterior consulta y verificación, lo

que en última instancia aumenta la fiabilidad de la zoometría. Negretti et al., (2008), menciona que estas técnicas de medición tienen grandes ventajas no sólo desde el punto de vista operativo y económico, sino también permite minimizar el estrés en los animales cuando se los sujetan y se toman las medidas.

En la producción animal, la utilización de la zoometría ha permitido establecer la forma de cómo medir un animal desde su estructura externa (Picón y Uron, 2015). Asimismo, se ha evidenciado que el trabajo de medición animal apoyado en la tecnología de captura de imagen arroja resultados semejantes a los realizados de forma manual, haciendo que estas técnicas determinen su éxito en los recursos y métodos empleados en el momento de tomar la imagen (Tasdemir et al., 2008).

Según De la Peña et al., (2006), el apoyo visual enmarcado en la fotografía y en todas las aplicaciones del dispositivo, permiten mirar con ojo crítico los diferentes ángulos del animal en estudio, sostiene que los conceptos biológicos generalmente tan cambiantes en el ámbito de la genética y la producción, se soportan en estas herramientas tecnológicas. Desde el punto de vista de Orego, (2013), esta investigación proporciona una herramienta tecnológica para acortar notablemente la subjetividad de la decisión, pues por medio de dicha aplicación se captura, compara y estandariza un lote de animales.

El éxito de este estudio permitirá disminuir todas las situaciones desfavorables previamente mencionadas, tanto para los equinos como para el personal durante la toma de medidas zoométricas, esto se reflejará en la minimización de errores y en un aumento de la precisión de los datos obtenidos. Además, acelerará el diagnóstico y la prevención de posibles problemas de medición, al obtener resultados significativos (Salazar et al., 2012).

El objetivo de este estudio fue comparar las medidas zoométricas tomadas mediante procedimientos manuales con la aplicación del zoometro de bastón con respecto a las técnicas fotogramétricas a través del software Kinovea® medidas en el caballo colombiano de trocha y galope.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el criadero El Gato, ubicado en la ciudad de Portoviejo, situada geográficamente entre las coordenadas 1°3'16.49"S 80°27'16.02"O a una altitud de 53 msnm, el criadero está ubicado en una zona de clima tropical seco, con una precipitación anual de 248 mm, una temperatura media anual 24 °C y una humedad relativa anual 85,94% (Climate Data, 2021).

Durante este estudio se utilizó el método inductivo para comprobar la hipótesis planteada sobre que el programa informático Kinovea® (KV) arrojará datos más confiables y específicos en un menor tiempo a comparación que el método manual, de igual forma, se empleó el método analítico para la comparación de resultados obtenidos a través de las variables medidas de manera manual con los resultados arrojados mediante el programa informático Kinovea® (KV) para verificar si existe variación.

En este estudio, se empleó en 50 caballos de paso colombiano de trocha y galope como unidades experimentales, en el que se seleccionará machos y hembras con edades superiores a cinco años. Durante el estudio, se aplicó la técnica de medición utilizando zoómetros de bastón de distintos tamaños, estos instrumentos permitieron la obtención de medidas zoométricas de los caballos de forma manual, simultáneamente, se empleó la técnica de observación, para la respectiva recolección de datos y con el

programa informático Kinovea® (KV) poder obtener las mismas medidas o similares a las tomadas de forma manual.

Las variables a medir fueron: Alzada a la cruz (AC) que corresponde a la estatura y es la distancia que hay entre la parte más alta de la cruz y el suelo (Torres, 2017) ; alzada a la grupa (AG) es la longitud del segmento vertical comprendido entre la parte más dorsal del punto situado entre la apófisis espinosa de la última vértebra lumbar y primera sacra, y el suelo en el que apoya el animal (Sañudo, 2009); diámetro longitudinal (DL) es la distancia entre el punto más craneal y lateral de la articulación escápulo-humeral y el punto más caudal de la tuberosidad isquiática (Peña *et al.*, 2017). Todas estas variables se medirán con el zoometro de bastón largo.

En cuanto a la longitud de la grupa (LG) es la distancia entre la tuberosidad ilíaca externa (punta del anca) y la tuberosidad isquiática (punta de la nalga) (Torres, 2017); diámetro dorso-esternal (DD) los puntos de referencia para esta medida son la parte más alta del declive de la cruz esto superiormente y la cara inferior de la región esternal inferiormente (Neira, 2016). Estas variables se medirán con el zoometro de bastón mediano.

Refiriéndose a la longitud de la cabeza (LC) se toma desde la protuberancia de la nuca al agujero incisivo, es decir dos dedos por encima del labio superior del animal vivo (Chiriboga, 2017); longitud del cuello (LN) se toma considerando la distancia de una línea recta desde la nuca a la cara craneal de la cruz (Morales *et al.*, 2013).

Estos zoometros de bastón serán de fabricación propia, los cuales serán confeccionados con largueros de aluminio y cinta de vinil. Previo a la medición de los animales se analizaron un total de 50 caballos de paso colombiano de trocha y galope, para la toma de estos datos se observó que efectúen la modalidad de trocha y galope.

Se sujetó a los animales mediante el uso de jáquimas o sogas, luego se procedió a colocarlos de manera lateral para así observar su plano lateral y proceder a tomar las variables zoométricas a medir y seguidamente tomar la fotografía al animal. La altura a la cruz servirá como referencia para calibrar el programa informático (KV) y proceder a medir el animal.

Para analizar las diferencias entre las dos formas de medición, se utilizaron los estadísticos descriptivos de media, desviación estándar, valores máximos y mínimos y coeficiente de variación para cada variable. Además, se verificaron los supuestos de normalidad con el test de Shapiro-Wilks y de homogeneidad en sus varianzas con el test de Levene, y se aplicó el T de Student para separar las medias.

Resultados y discusión

Alzadas de la cruz y grupa

Al ser la alzada a la cruz la variable de referencia para calibrar el KV, no fue necesario separar las medianas, sin embargo los resultados del coeficiente de variación fue de 2,68% para la alzada a la cruz y grupa, en esta medidas no se encontró una variación significativa ya que hubo una alta correlación entre las medidas manuales y en el KV, no fue necesario hacer análisis y se evidencio que salieron exactamente iguales, esto confirma que la altura a la cruz, utilizada como variable de referencia para la medición en el KV, fue adecuada.

Larrea *et al.*, (2018) obtuvo una media $126,6 \pm 0,75$ cm, en la alzada de la cruz y una media de $127,6 \pm 0,74$ cm, en la alzada a la grupa en caballos criollos parameros ecuatorianos, en la provincia de Chimborazo en Ecuador, seguido por Larrea y Hurtado, (2023) en caballos criollos en 2 cantones de Manabí Ecuador, indicando una similitud en sus datos, obteniendo una alzada de la cruz en machos de 125,19 cm y 124,44 cm en hembras, en la alzada de la grupa obtuvo 125,89 cm en machos y 122,66 cm en hembras. En comparación con Salamanca *et al.*, (2017) demostrando datos superiores ante los autores ya mencionados, obteniendo una alzada a la cruz de 133 cm y alzada a la grupa de 134 cm.

Diámetro longitudinal

El DL que se obtuvo en las mediciones manuales con valores de 144,10 cm ($\pm 5,65$) y a través de KV, fue 144,94 cm $\pm 5,28$ con una medida mínima de 135 cm y una máxima de 159 cm, un coeficiente de variación de 3,64% y una diferencia entre las medias de 0,83 cm.

De la misma manera Larrea y Hurtado, (2023) obtuvieron en caballos criollos en 2 cantones de Manabí Ecuador, los cuales mencionan que el diámetro longitudinal en las yeguas es de 127,69 cm y 127,08 cm para machos. Mientras que Larrea *et al.*, (2018) expone en caballos criollos parameros ecuatorianos, en la provincia de Chimborazo en Ecuador, un DL en yeguas de 128,9 cm y 128,4 cm en machos. Sin embargo, los resultados expuestos por Salamanca *et al.*, (2017) presentan datos superiores a los expuestos por Larrea y Hurtado, (2023) y Larrea *et al.*, (2018) con un DL de 130,8 cm.

Diámetro dorso esternal

El DD en mediciones físicas presentó una media de 64,70 cm ($\pm 3,69$) con una medida mínima de 44 cm, una máxima de 71 cm, con un coeficiente de variación de 5,71%. Con respecto al DD del KV se obtuvo una media de 64,20 cm ($\pm 3,58$), una medida mínima de 44 cm y una máxima de 70 cm y un coeficiente de variación de 5,57%, con una diferencia entre las medias de 0,50 cm.

Larrea y Hurtado, (2023) reportan que los caballos criollos de 2 cantones de Manabí Ecuador tienen medidas que son inferiores a los de esta investigación con 56,28 cm. En comparación a los resultados obtenidos por Larrea *et al.*, (2018) en caballos criollos parameros ecuatorianos, en la provincia de Chimborazo en Ecuador, los animales registrados en esta investigación presentaron valores medios superiores ante los autores ya mencionados, obteniendo un DD de 59,4 cm. Seguido por Salamanca *et al.*, (2017) con datos similares a los expuestos por Larrea *et al.*, (2018) obteniendo un DD de 59,4 cm.

Longitud de la grupa

La LG en mediciones físicas presentó una media de 47,48 cm ($\pm 4,38$) con una medida mínima de 44 cm, una máxima de 68,50 cm y un coeficiente de variación de 9,22%. Mientras que en el programa informático una media de 48,04 cm ($\pm 4,24$), con una medida mínima de 43 cm, una máxima de 65,50 cm y un coeficiente de variación de 8,84%, un diferencia entre las medias de 0,56 cm.

Larrea *et al.*, (2018) reportan un longitud de grupa de $44,2 \pm 0,34$, una medida máxima de 49 cm y una mínima de 36 cm, obtenida en caballos criollos parameros ecuatorianos, en la provincia de Chimborazo en Ecuador. Seguido a los datos obtenidos por Larrea y Hurtado, (2023) en caballos criollos de 2 cantones de Manabí Ecuador, obteniendo una LG de 39,81 cm en hembras y 38,85 cm en machos. En comparación a los

datos expuestos por Salamanca *et al.*, (2017) con datos superiores a los obtenidos por los autores anteriormente mencionados con una LG de 44,7 cm.

Longitud de la cabeza

Respecto a la medida de LC con mediciones físicas se obtuvo 53,19 cm ($\pm 2,51$), con una medida mínima de 47 cm, una máxima de 58 cm y un coeficiente de variación de 4,71%. Con respecto al programa informático se evidencio una media de 53,16 cm ($\pm 2,74$), una medida mínima de 45,50 cm, una máxima de 59 cm, un coeficiente de variación de 5,15% y una diferencia entre las medias de 0,03 cm.

Sin embargo, el estudio llevado por Larrea *et al.*, (2018) sobre caballos criollos parameros ecuatorianos, en la provincia de Chimborazo en Ecuador, los resultados indican una longitud de 51,6 cm $\pm 0,4$ cm, con una medida máxima de 56 cm y una mínima de 41 cm. Mientras que Larrea y Hurtado, (2023) exponen una longitud de 50,99 cm en hembras y 51.88 cm en machos, en el estudio de caballos criollos de 2 cantones de Manabí Ecuador. En comparación a los datos expuestos por Salamanca *et al.*, (2017) obteniendo datos superiores a los expuestos por Larrea *et al.*, (2018) y Larrea y Hurtado, (2023) con una longitud de la cabeza de 54,4 cm.

Longitud del cuello

La medida obtenida manualmente de la LDC fue de 52,60 cm ($\pm 2,97$), con una medida mínima de 45 cm, una máxima de 57 cm, un coeficiente de variación de (5,64%); y aquella, obtenida del software fue 53,79 cm ($\pm 3,40$), con medida mínima de 45 cm, una máxima de 60 cm y un coeficiente de variación de (6,32%) una diferencia entre las medias de 1,19 cm.

De acuerdo con Hawkins *et al.* (2001), el uso de fotografías del animal ofrece una referencia visual, aunque no proporciona medidas exactas por sí solo. Sin embargo, si se toman las fotos con el ángulo, la distancia y la iluminación adecuadas, se puede utilizar el software Kinovea para obtener mediciones precisas. Según Weller *et al.* (2006), emplear un software es fundamental debido a su precisión y a la reducción del estrés en el animal, lo que resulta en medidas más confiables y específicas.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de los métodos de medición (cm)

Variable	Manual				Software Kinovea®				p-valor
	Media \pm DE	Min	Max	CV (%)	Media \pm DE	Min	Max	CV (%)	
AC	140,54 \pm 3,77	133,00	150,00	2,68	140,54 \pm 3,77	133,00	150,00	2,68	-
AG	136,46 \pm 2,85	130,00	143,00	2,09	136,46 \pm 2,85	140,00	143,00	2,09	-
DL	144,94 \pm 5,28	135,50	159,00	3,65	144,10 \pm 5,26	136,00	157,00	3,64	0,1427
LG	48,04 \pm 4,24	43,00	65,50	9,22	47,48 \pm 4,38	44,00	68,50	8,84	0,5243
DD	64,20 \pm 3,58	44,00	70,00	5,71	64,70 \pm 3,69	44,00	71,00	5,57	0,5021
LC	53,16 \pm 2,74	45,50	59,00	4,71	53,19 \pm 2,51	47,00	58,00	5,15	0,9536
LDC	53,79 \pm 3,40	45,00	60,00	5,64	52,60 \pm 2,97	45,00	57,00	6,32	0,0715

AC= Alzada cruz; AG= Alzada grupa; DL= Diámetro longitudinal; DD= Diámetro Dorso Esternal; LC= Longitud de cabeza; LDC= Longitud de cuello; CV= Coeficiente de variación; Max= Valor máximo; Min= Valor mínimo; DE = Desviación estándar.

Conclusiones

En este estudio, las diferencias tanto en la alzada de la Cruz, alzada de la grupa, diámetro longitudinal, longitud de grupa, diámetro dorso esternal, Longitud de la Cabeza y Longitud del Cuello, no existió diferencias significativas en el P-valor de cada variable zoométricas evaluada.

En conclusión, las medidas obtenidas tanto de manera manual como a través del software son similares, lo que valida la precisión del método fotométrico empleado en el estudio morfométrico de los equinos. Estos hallazgos sugieren que el software utilizado puede sustituir eficazmente las herramientas manuales, destacando su fiabilidad y utilidad en la zoometría equina.

Referencias

- Barr, A. (1994). Carpal conformation in relation to carpal chip fracture. *The Veterinary Record*, 134(25), 646-650. <https://europepmc.org/article/med/7975057>.
- Borggaaed, C., Madsen, N., & Thodberg, H. (1996). In-line image analysis in the slaughter industry, illustrated by Beef Carcass Classification. *Meat Science*, 43(1), 151-163. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174096000629>.
- Chiriboga, A. (2017). *Universidad Nacional de Loja*. Obtenido de “Caracterización Morfométrica de la población equina en la caballería N° 7 cazadores de los ríos, Loja Ecuador”: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18548/1/CHIRIBOGA%20CALVA%20ANGELA%20CAROLINA.pdf>
- Climate Data. (2021). *Climate-Data.org*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-manabi/portoviejo-2974/>
- David Salazar, J. V. (2012). Aplicación de técnicas fotogramétricas para el estudio morfométrico en caballo criollos colombianos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 1(6), 66-78. <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a07.pdf>.
- De la Peña, A., Pérez, L., González-Alique, F., & Arana, P. (2006). Utilización de técnicas fotogramétricas para el estudio de la morfología del caballo. *Archivos de Zootecnia*, 55(211), 309-312. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521113.pdf>.
- Hawkins, T., Cohen, J., & Debevec, P. (2001). A photometric approach to digitizing cultural artifacts. *Association for Computing Machinery*, 333–342. <https://doi.org/10.1145/584993.585053>.
- Larrea, C. H. (2023). Resultados preliminares sobre la caracterización zoométrica y diformismo de caballos criollos en dos cantones de Manabí. *Revista Ecuatoriana de STEAM*, 3(1), 882-901. doi: <https://knepublishing.com/index.php/epoch/article/view/14493>
- Larrea, C., Oñate, F., & Paredes, M. (2018). Estudio Zoométrico de Caballos Criollos Parameros Ecuatorianos en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista Científica, FVC-LUZ*, 4(XXVIII), 257-264. doi: https://www.researchgate.net/publication/329357072_ESTUDIO_ZOOMETRICO_DE_CABALLO

S CRIOLLOS PARAMEROS ECUATORIANOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO ECUADOR

- Morales, A., Méndez, A., & Pérez, A. (2013). Estudio preliminar del borde dorsal del cuello en caballos de pura raza Colombiana en Caracas-Venezuela. *Analecta Veterinaria*, 2(33), 1- 4. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/43566/Documento_completo_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S., Terramoccia, S., & Verna, M. (2008). Determination of live weight and body condition score in lactating Mediterranean buffalo by Visual Image Analysis. *Livestock Science*, 113(1), 1-7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141307003629>.
- Neira, J. (2016). *ESPOCH*. Obtenido de "Caracterización zoometrica de una manada de caballos criollos parameros chorocapte del cantón Cañor": <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5357/1/17T1391.pdf>
- Orengo, H. A. (2013). Combining terrestrial stereophotogrammetry, DGPS and GIS-based 3D voxel modelling in the volumetric recording of archaeological features. *ISPRS Journal of Phontogrammetry and Remote Sensing*, 76, 49-55. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924271612001542>.
- Ortiz, R. (2016). ZOMETRÍA. *Revista el Caballo Español*, III(180), 24-25. https://issuu.com/anceasociacion/docs/revista180_web_esp/26.
- Peña, S., López, G., Abblati, N., Género, E., & Martínez, R. (2017). Caracterización de ovinos Criollos argentinos utilizando índices zoométricos. *Archivos de Zootecnia*, 66(254), 263-270. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49553570015.pdf>
- Pérez, M., Tarrat, M., Sánchez, & Valera, M. (2020). Advances in horse morphometric measurements using LiDAR. *Computers and Electronics in Agriculture*, 174. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169920309431>
- Picón, J., & Uron, C. (2015). Desarrollo de un software para aplicar zoometria en bovinos. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, I(25), 2-3. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/422/389>.
- Salamanca, A., Monroy, N., Pere, M., Casanova, & Crosby, R. (2015). Contribution to the evaluation and preservation of 'Araucano Criollo' horse in Colombia. *Zootecnia Tropical*, 33(4), 317-325. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/1bc8d7f8-dd10-445d-9a98-cce3109bed04/content>.
- Salamanca, C., Parés-Casanova, P., Crosby, R., & Monroy, N. (2017). Análisis biométrico del caballo Criollo Arauco. *Archivos de Zootecnia*, 66(253), 107-112. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49551221015>.
- Sañudo, C. (2009). Valoración morfológica de los animales domésticos. En C. Sañudo, *Valoración morfológica de los animales domésticos* (págs. 79-100). Obtenido de VALORACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ANIMALES DOMESTICOS:

https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/LIBRO%20valoracion%20morfologica%20SEZ_tcm30-119157.pdf

- Staiger, E., Bellone, R., Nathan, Sutterc, & Brooks, S. (2016). Morphological Variation in Gaited Horse Breeds. *Journal of Equine Veterinary Science*, 43, 55-65. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141314001802>.
- Tasdemir, S., Yakar, M., Urkmez, A., & Inal, S. (2008). Determination of body measurements of a cow by image analysis. *CompSysTech '08 Proceedings of the 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing*.(70), 1-7. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1500879.1500956>.
- Torres, R. (2017). *Universidad Nacional de Loja Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables*. Obtenido de “Caracterización morfométrica del caballo de paso en el cantón Calvas, Provincia de Loja, Ecuador”: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18471/1/Romel%20Patricio%20Torres%20Torres.pdf>
- V. Gaudioso, S. A. (2014). “Photozoometer”: A new photogrammetric system for obtaining morphometric measurements of elusive animals. *Livestock Science*, 165, 147-156. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141314001802>.
- Weller, R., Pfau, T., Babbage, D., Brittin, E., May, S.A., & Wilson, A. M. (2006). Reliability of conformational measurements in the horse using a three-dimensional motion analysis system. *Equine Veterinary Journal*, 38(7), 610-615. <https://doi.org/10.2746/04251640X150367>.
- Wu, J., Tillet, R., McFarlane, N., Jub, X., Siebert, P., & Schofield, P. (2004). Extracting the three-dimensional shape of live pigs using stereo photogrammetry. *Computers and Electronics in Agriculture*, 44(3), 203-222. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141314001802>.