



Validación del programa informático Kinovea® para la obtención de medidas zoométricas en cerdos: Comparación con métodos tradicionales

Validation of the Kinovea® software program for obtaining zoometric measurements in swine: Comparison with traditional methods

Autores

¹**Andreina Monserrate Cedeño-Muñoz**

✉ andreina.cedenom@espam.edu.ec

^{1*}**Arianna Abigail Rivera-González**

✉ arianna.rivera@espam.edu.ec

²**Carlos Octavio Larrea-Izurrieta**

✉ clarrea@espam.edu.ec

¹Estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL), Calceta, Ecuador.

²Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL), Calceta, Ecuador

Citación sugerida: Cedeño-Muñoz, A. M., Rivera-González, A. A. y Larrea-Izurrieta, C. O. (2024). Validación del programa informático Kinovea® para la obtención de medidas zoométricas en cerdos: Comparación con métodos tradicionales. *La Técnica*, 14(2), 127-131. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v14i2.6912>

Recibido: Agosto 12, 2024

Aceptado: Septiembre 18, 2024

Publicado: Noviembre 15, 2024

Resumen

La zoometría ha demostrado ser una herramienta valiosa para diferenciar individuos tanto dentro como entre poblaciones. El objetivo de este estudio fue validar el uso del programa informático Kinovea® V2023.1.1 (KV) para obtener medidas zoométricas. Se utilizaron 50 cerdas mestizas (Duroc x Landrace x Yorkshire) con más de ocho meses de edad, se midieron siete variables morfométricas con tres zoómetros de bastón, se tomaron fotografías en plano lateral para evaluar las medidas morfométricas en KV y se utilizó la alzada a la cruz como medida de referencia para calibrar el KV. Se aplicó la prueba T de Student independiente y no se encontró diferencia significativa ($P>0,05$) entre los dos métodos utilizados. Los resultados de medidas manuales por zoómetros de bastón fueron: alzada a la cruz $75,9 \pm 4,85$ cm, grupa $81,14 \pm 5,25$ cm y nacimiento de cola $73,2 \pm 5,35$ cm; diámetros longitudinales $106,9 \pm 8,44$ cm y dorso esternal $42,7 \pm 4,07$ cm; longitud de la cabeza $31,38 \pm 3,69$ cm y grupa $34,66 \pm 4,08$ cm. Los resultados de medidas obtenidas con KV fueron similares: alzada a la cruz $75,9 \pm 4,85$ cm, grupa $82,24 \pm 6,11$ cm, nacimiento de cola $74,50 \pm 6,26$ cm; diámetros longitudinales $108,87 \pm 11,46$ cm y dorso esternal $44,07 \pm 4,78$ cm; longitud de la cabeza $31,00 \pm 5,10$ cm y grupa $34,89 \pm 3,87$ cm. Se concluye que el uso de Kinovea® es factible para la obtención de medidas corporales en cerdos sin recurrir a métodos invasivos y que provoquen estrés al animal.

Palabras clave: biometría; fotogrametría; biomecánica; zootécnica; calibración.

Abstract

Zoometry has proven to be a valuable tool for differentiating individuals within and between populations. The objective of this study was to validate the use of the Kinovea® V2023.1.1 (KV) software to obtain zoometric measurements. 50 crossbred sows (Duroc x Landrace x Yorkshire) aged over eight months were used, seven morphometric variables were measured with three stick zoometers and photographs were taken in the lateral plane to evaluate the morphometric measurements in KV and the rear elevation was used as a reference measurement to calibrate the KV. The independent Student's T test was applied and no significant difference ($p>0.05$) was found between the two methods. The results of manual measurements by cane zoometers were: height at the withers 75.9 ± 4.85 cm, rump 81.14 ± 5.25 cm and tail rise 73.2 ± 5.35 cm; longitudinal diameters 106.9 ± 8.44 cm and sternal dorsum 42.7 ± 4.07 cm; head lengths 31.38 ± 3.69 cm and rump 34.66 ± 4.08 cm. The results of measurements obtained with KV were similar: height at withers 75.9 ± 4.85 cm, rump 82.24 ± 6.11 cm, tail rise 74.50 ± 6.26 cm; longitudinal diameters 108.87 ± 11.46 cm and sternal dorsum 44.07 ± 4.78 cm; head lengths 31.00 ± 5.10 cm and rump 34.89 ± 3.87 cm. It is concluded that the use of Kinovea® is feasible to obtain body measurements in pigs without resorting to invasive methods that cause stress to the animal.

Keywords: biometry; photogrammetry; biomechanics; zootechnics; calibration.



Introducción

Los cerdos (*Sus scrofa domesticus*) son animales que desempeñan un papel fundamental dentro de la producción pecuaria, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2024) en Ecuador en el año 2023 se estimó una población de 983.999 cabezas de ganado porcino, distribuidos por regiones con 67,89% en la Sierra, 28,54% en la Costa y 3,57% en la región Amazónica; la provincia de Manabí ocupa el primer lugar en la región Costa y el tercer lugar a nivel nacional con 9,61% después de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas e Imbabura con 17,74% y 12,41%, respectivamente.

La zoometría porcina es conocida como la rama de la zootecnia que estudia la medición de diferentes regiones corporales de los cerdos, estas medidas pueden ser cualitativas o cuantitativas y a partir de estos datos se pueden obtener los diferentes índices zoométricos (Armijos-Tituana et al., 2022; Estrada-León et al., 2023). Por esta razón la caracterización morfométrica del ganado porcino es una parte crucial en la preservación de los recursos zoogenéticos, ya que los datos que se obtienen a partir del conocimiento de las características de una población permitirán distinguirla de otras, destacando los valores distintivos que le confieran a dicha población características singulares (Olmedo et al., 2021).

Tradicionalmente, las mediciones corporales de los animales se han realizado manualmente utilizando diversos instrumentos, uno de estos es el zoómetro de bastón, aunque su uso es sencillo, el contacto forzado con el animal no está exento de dificultades, riesgos e inconvenientes (Ribas et al., 2023). Estos desafíos incluyen los riesgos de lesiones a los trabajadores y animales por el contacto con estructuras de retención, estrés inducido en el animal evaluado y errores de medición debido al movimiento continuo del mismo (Salamanca-Carreño et al., 2022).

Por otra parte, investigaciones realizadas por Contino-Esquiveros et al. (2017) y Hernández et al. (2020) enfatizaron que los avances tecnológicos han revolucionado la forma en que se abordaban la salud y el bienestar de los animales, obteniendo desde diagnósticos más precisos hasta terapias innovadoras, con la aplicación de un programa informático, en el cual se puede evaluar características físicas de un animal permitiendo analizar distancias, ángulos, coordenadas y parámetros espacio-temporales.

En los últimos años, varios estudios publicados corroboraron que las técnicas fotogramétricas proporcionaron datos exactos y precisos en comparación con el objeto o realidad que se analizó; Salazar-Vidal et al. (2012) mencionaron su uso en caballos a través del software PhotoModeler®, el cual permitió mediciones

precisas y de alta calidad a partir de fotografías; por su parte, Torres-Pérez et al. (2016) usaron el programa informático TEMA® que también permitió hacer videogrametría, el cual requirió la compra de la licencia para su uso. De igual manera, Gaudioso et al. (2014) destacaron que estas técnicas permitieron realizar mediciones más precisas en menos tiempo y almacenar datos para futuras consultas, mejorando la fiabilidad de la zoometría. Además, ofrecieron ventajas operativas y económicas, y redujeron el estrés en los animales durante las mediciones.

De acuerdo a Torres-Pérez et al. (2016) el programa informático Kinovea® V2023.1.1 (KV), es una aplicación de acceso libre, gratuito y de código abierto, utilizado específicamente para el análisis del gesto y técnica deportiva, empleada en su mayoría por entrenadores deportivos y en el caso de los animales ha sido aplicado para explorar, cuantificar y analizar la morfometría, biomecánica y locomoción. Por lo tanto, la aplicación de técnicas fotogramétricas representa una herramienta que permite obtener medidas morfométricas en cualquier especie animal sin someter al animal demasiado tiempo y evita el estrés de estos. Con lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad del KV en la obtención de medidas zoométricas en cerdos.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en dos explotaciones porcícolas en el cantón Bolívar, provincia de Manabí, la primera en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación, Hato Porcino de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en El Limón, parroquia Calceta, con coordenadas 00°49'27,9" S y 80°10'47,2" O, a 15 msnm, donde se evaluaron 35 animales y la segunda en la Granja "Nueva York", ubicada en la parroquia Quiroga, con coordenadas 0°46'50"S y 80°8'59"O a 100 msnm donde se evaluaron los 15 animales restantes, todas las cerdas fueron de mestizaje Duroc x Landrace x Yorkshire mayores de ocho meses de edad.

La investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo. Se utilizaron zoómetros de bastón de aluminio de diferentes tamaños contruidos de forma artesanal de 2,00 m (bastón largo), 1,20 m (bastón mediano) y 0,80 m (bastón corto). Los animales seleccionados se sujetaron con un lazo metálico para controlar el movimiento constante y mejorar la postura del animal sobre un piso de cemento para evitar variabilidad en la posición y distorsión en la toma de medida y fotografía, una vez que el animal se tranquilizó se procedió a tomar las medidas morfométricas con los correspondientes zoómetros de bastón y se obtuvieron las respectivas fotografías del plano lateral, las cuales fueron tomadas mediante una cámara Nikon D3300® que permitió obtener una mayor resolución de imagen, colocada con

un trípode sobre un piso de cemento a una altura de 50 cm del suelo y a 2 m de distancia del animal en un espacio iluminado.

Se registró en una hoja individual, las medidas de las siete variables morfométricas, las mismas que fueron definidas por Arredondo et al. (2021) y Esmeraldas et al. (2023) y, clasificadas de acuerdo al uso de los zoometros de bastón.

Con el zoometro corto, se midieron la longitud de la grupa (LGR) distancia entre la punta del anca y punta de la nalga (tuberosidades ilíacas externas); y longitud de cabeza (LCZ) desde la protuberancia occipital externa hasta la punta del hocico; con el zoometro mediano se midió la alzada a la cruz (ALC) distancia vertical entre el suelo hasta el punto más culminante de la cruz del animal; alzada a la grupa (ALG) distancia vertical entre el suelo hasta el punto de unión de la región de los lomos con la grupa (tuberosidad ilíaca externa); alzada al nacimiento a la cola (ANC) distancia que existe entre el suelo y la base de la implantación de la cola; diámetro del dorso-esternal (DDE) distancia entre el punto de mayor declive de la cruz y el punto mayor de la curvatura del esternón, y finalmente con el zoometro largo se midió el diámetro longitudinal (DL) distancia desde la articulación escapulo humeral hasta la punta de la nalga.

Posterior al registro de las medidas manuales y su respectiva fotografía en plano lateral; se procedió a tabular y ordenar los datos obtenidos junto con la información obtenida con los zoometros en una hoja de cálculo en Excel 2016. Paralelo a esto, se importaron las fotografías al KV, obtenidas anteriormente y se calibró el programa considerando la medida ALC de cada animal de forma manual, debido a que se refiere a una característica morfológica altamente estable en comparación con otras medidas corporales, adecuada para distinguir diferencias o similitudes entre cerdos de diferentes orígenes (Revidatti, 2009; Sañudo, 2009), una vez calibrado en función de la ALC, se procedió a ubicar los puntos anatómicos en la fotografía y a medir entre los mismos que correspondieron a cada variable morfométrica de interés y se registraron en la misma hoja de cálculo con las medidas manuales para su análisis.

Se aplicaron los estadísticos descriptivos de promedio, desviación estándar, valores máximos y mínimos y coeficiente de variación de cada variable para cada tipo de medición, se comprobaron los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilks y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Sin embargo, aun cuando algunas variables no cumplieron con al menos uno de los supuestos, se aplicó la prueba de T de Student para muestras independientes considerando lo explicado por Zimmerman (1998) quien señaló que los métodos no paramétricos no siempre constituyen sustitutos aceptables de los métodos paramétricos como la prueba de T de Student cuando no se satisfacen los supuestos paramétricos. Los datos se corrieron en el paquete estadístico InfoStat (2020).

Resultados y discusión

El promedio de edad de las hembras analizadas fue de $13,5 \pm 5,18$, las cuales presentaron variaciones entre 6,39 y 11,29% para las

medidas manuales y entre 6,39 y 12,88% con KV, mostrando un grado moderado de uniformidad entre las variables. Se consideró que si en una población de estudio las variables morfológicas presentaron un coeficiente de variación (CV) inferior al 5%, la variabilidad fue baja, lo que sugirió una alta homogeneidad en la población, si el CV estuvo entre el 5 y el 15%, la población mostró un grado moderado de uniformidad, mientras que un CV superior al 15% indicó una variabilidad alta en la muestra analizada (Salamanca-Carreño et al., 2022).

Tabla 1. Descripción de los valores de las variables y coeficientes de variación.

Variable	Manual					Programa informático Kinovea®					P-valor
	Media (cm)	D E (cm)	C V (%)	Min (cm)	Max (cm)	Media (cm)	D E (cm)	C V (%)	Min (cm)	Max (cm)	
ALC	75,90	4,85	6,39	65,00	85,00	75,90	4,85	6,39	65,00	85,00	-
ALG	81,54	5,87	7,20	68,00	95,00	83,74	6,91	8,26	69,57	97,78	0,0902
ANC	73,30	5,10	6,96	64,00	82,00	75,30	6,32	8,39	61,89	85,05	0,0895
DL	106,90	8,44	7,90	87,00	125,00	108,87	11,46	10,53	86,49	131,89	0,3300
DDE	42,70	4,07	9,54	35,00	52,00	44,08	4,78	10,85	31,48	55,09	0,1236
LCZ	31,38	3,69	11,76	25,00	42,00	31,00	5,10	16,44	20,64	44,72	0,6744
LGR	34,66	4,08	11,77	26,00	43,00	34,89	3,87	11,09	26,22	46,94	0,7715

Abreviaturas: ALC= alzada cruz; ALG= alzada grupa; ANC= alzada al nacimiento de la cola; DL= diámetro longitudinal; DDE= diámetro del dorso-esternal; LCZ= longitud de la cabeza; LGR= longitud de la grupa; DE= desviación estándar; CV= coeficiente de variación; Min= valor mínimo; Max= valor máximo; p-valor= valor de probabilidad.

La mayor variación se encontró en la variable LCZ y LGR en ambos tipos de mediciones, similar comportamiento de las variables se encontró en un estudio de cerdos criollos en la provincia de Loja (Armijos-Tituana et al., 2022) y se observó que estas variables presentaron mayor variación en comparación a las demás medidas zoométricas. Se adujo que se presentó esta variación entre los animales estudiados por la proporción racial que constituyó el mestizaje de cada animal, ya que la distancia entre algunos puntos anatómicos fue propia de cada raza y por efecto genético, algunos de los caracteres morfométricos se expresaron de acuerdo a la forma y tamaño variado en el mestizaje.

Se observó al comparar los promedios de cada variable entre ambos tipos de medición que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), ya que no arrojaron evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, en la que se asumió que las mediciones realizadas de forma manual y a través de KV fueron iguales. Estos resultados presentaron analogía con el estudio de Salazar-Vidal et al. (2012) que demostraron que el uso de un programa informático de análisis de fotografía ofreció mediciones precisas y confiables de la morfología animal, con mínimas discrepancias en comparación con las mediciones manuales.

En este estudio, la media de alzada a la cruz fue de $75,90 \pm 4,85$ cm, comparable, aunque superior a la media reportada por Hernández et al. (2020) para el cerdo Pelón Mexicano de Yucatán con 59,57 cm en hembras. Por ser la ALC la variable de referencia para calibrar el KV. Las mediciones manuales



de la alzada a la grupa mostraron una media de $81,14 \pm 5,25$ cm mientras que con KV® la media fue ligeramente superior $82,42 \pm 6,11$ cm comparando con estudios previos, Arredondo et al. (2021) reportaron una media de 61,3 cm para el cerdo colombiano, Escobar (2012) encontró 35,1 cm para el cerdo criollo ecuatoriano y Jáuregui-Jiménez (2017) obtuvo 50,8 cm para el cerdo guatemalteco.

Las mediciones manuales de la alzada al nacimiento de la cola mostraron una media de $73,2 \pm 5,35$ cm y con KV la media fue de $74,56 \pm 6,22$ cm; estos resultados son levemente superiores a los reportados por Anchundia (2023), en los cantones de Bolívar y Junín, una media de $58,33 \pm 5,68$ cm. El diámetro longitudinal en los cerdos estudiados mostró una media de $109,8 \pm 4,47$ cm con un rango de 87 cm a 125 cm. Las mediciones obtenidas con KV® resultaron en una media ligeramente mayor, de $110,84 \pm 4,89$ cm y un rango de 86,49 cm a 131,89 cm. Estos resultados fueron inferiores a los obtenidos por Montenegro (2012) para cerdos Pampa Rocha de Uruguay, con promedio de 99 cm para machos y 102 cm en hembras.

El resultado del diámetro dorso esternal obtenido manualmente tuvo una media de $42,7 \pm 4,07$ cm mientras que con KV la media fue de $43,45 \pm 4,49$ cm valores que son superiores a los reportados para cerdos de Nueva Guinea por Hernández-Baca et al. (2017) que mostraron valores entre 37,84 cm y 30,13 cm y a los indicados por Jáuregui-Jiménez (2017) para los cerdos guatemaltecos que fueron de 23 cm en machos y 24 cm en hembras. Para la longitud de cabeza, las mediciones manuales en hembras fueron de $31,33 \pm 3,69$ cm y con KV $31,50 \pm 3,10$ cm valores que se aproximan a los 32,0 cm, cercanos a lo reportado por Hurtado et al. (2005) para el cerdo criollo venezolano.

La longitud de la grupa medida manualmente presentó una media de $34,66 \pm 4,08$ con un rango de 26 cm a 46 cm, mientras las mediciones con KV indicaron una media ligeramente mayor de $34,89 \pm 3,87$ cm y un rango de 22,6 cm a 46,94 cm; estos resultados fueron consistentes con los datos de Estupiñán-Véliz et al., (2009) que reportaron un promedio de 30,08 $\pm$ 3,12 cm en cerdos criollos de Ecuador. Vargas-Burgos et al. (2016) sugirieron que las diferencias observadas podrían estar relacionadas con la variabilidad genética y ambiental. Salazar-Vidal et al. (2012) concluyeron que las técnicas zoométricas tradicionales estuvieron sujetas a un alto nivel de error debido a la dificultad en el manejo de las herramientas sobre los animales muestreados.

CONCLUSIÓN

Las mediciones realizadas manualmente y con KV son similares, lo que confirma que el uso del método fotogramétrico puede

reemplazar eficazmente las herramientas manuales, evitando estresar al animal, destacando su practicidad y confiabilidad en las mediciones zoométricas en cerdos. Futuras investigaciones deberían centrarse en automatizar la obtención de medidas y comparar resultados con métodos más avanzados. Esto no solo validaría los resultados actuales, sino que también abriría nuevas posibilidades para el uso de tecnologías accesibles en la ganadería.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Anchundia, J. (2023). Caracterización zoométrica y faneróptica del cerdo criollo en cantones de Bolívar y Junín, provincia de Manabí. [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2282>
- Armijos-Tituana, J. R. Guevara-Palacios, M. I. y Mizhquero-Rivera, E. G. (2022). Caracterización morfológica y faneróptica del cerdo criollo en la Provincia de Loja. *Polo del Conocimiento*, 7(1), 1505-1517. <https://n9.cl/n6px7x>.
- Arredondo, J. V., Muñoz Flores, J. E., Arenas, L. E., Mosquera, M., Pacheco, E. y Álvarez, L. Á. (2021). Morfometría del cerdo criollo del pacífico colombiano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(3-4), 215-223. <https://doi.org/10.53588/alpa.293413>
- Contino-Esquijerosa, Y., Herrera-González, R., Ojeda-García, F., Iglesias-Gómez, J. M. y Martín-Martín, G. J. (2017). Evaluación del comportamiento productivo en cerdos en crecimiento alimentados con una dieta no convencional. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 152-157. <https://n9.cl/d0z60>
- Escobar, J. (2012). Caracterización y Sistemas de Producción de los Cerdos Criollos del Cantón Chambo [Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1752>
- Esmeraldas, R., Armijos, J., Maldonado, D., Delgado, J., Navas, F. y Toalombo, P. (2023). Comparación de las variables morfológicas de cerdos criollos en la provincia de Chimborazo y Loja. *Archivos de Zootecnia*, 72(279), 236-243. <https://n9.cl/3sa7x>
- Estrada-León, R. J. López-Caraveo, E. Bojórquez-Cat, J. C. Moo-Huchin, V. y Sierra-Vásquez, A. C. (2023). Caracterización etnológica de vacas criollas en el Estado de Campeche, México. *Archivos de Zootecnia*. 72(279), 184-192. <https://n9.cl/9eqid>.

- Estupiñán Véliz, K., Vasco Mora, D., Zambrano, K. y Barreto, S. (2009). Estudio morfoestructural de una población de cerdos naturalizados en los cantones valencia y la maná, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 2(2), 15-20. <https://n9.cl/5tbwa>
- Gaudio, V., Sanz-Ablanedo, E., Lomillos, J. M., Alonso, M. E., Javarez-Morillo, L. and Rodríguez, P. (2014). "Photozoometer": A new photogrammetric system for obtaining morphometric measurements of elusive animals. *Livestock Science*, 165, 147-156. <https://n9.cl/00lix>
- Hernández, A., García Munguía, C. A., García Munguía, A. M., Ortiz Ortiz, J. R., Sierra Vásquez, Á. C. y Morales Flores, S. (2020). Sistema de producción del cerdo pelón mexicano en la Península de Yucatán. *Nova Scientia*, 12(24), 0-0. <https://n9.cl/7v3cv>
- Hernández-Baca, M., Gámez-Rivas, A. y Zeledón-Ortega, Y. (2017). Caracterización morfológica del cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*) en el municipio de Nueva Guinea, RACCS. *La Calera*, 17(28), 21-27. <https://doi.org/10.5377/calera.v17i28.6365>
- Hurtado, E., González, C. y Vecchionacce, H. (2005). Estudio morfológico del cerdo criollo del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 23(1), 17-26. <https://n9.cl/qcggkk>
- InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_del_usuario#:~:text=La%20cita%20bibliogr%C3%A1fica%20correcta%20para,Manual%20del%20Usuario..
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2024). Estadísticas Agropecuarias. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Jáuregui Jiménez, R. (2017). Caracterización morfométrica y faneróptica del cerdo criollo de la región Chortí, Chiquimula, Guatemala. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 1(1), 73-74. <https://doi.org/10.36314/cunori.v1i1.14>
- Montenegro, M. D. (2012). Caracterización genética de los cerdos Pampa Rocha de Uruguay [Universidad de la República]. <https://www.upc.edu.uy/ensenanza/tesis/posgrado/182-montenegro>
- Olmedo, W. J. Toalombo, P. A. Flores, L. G. Delgado, J. V. Navas, F. J. y Duchi, N. A. (2021). Caracterización morfológica del cerdo criollo Pillareño del cantón Guamote de Ecuador. *Archivos de Zootecnia*, 70(270), 160-170. <https://doi.org/10.21071/az.v70i270.5468>
- Revidatti, M. A. S. (2009). Caracterización de cerdos criollos del nordeste argentino [Universidad de Córdoba]. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:133240819>
- Ribas, J., Faria Nagano, Y. y Paranhos da Costa, M. J. R. (2023). Estrategias para mejorar el bienestar de los cerdos. *Veterinaria*, 59(220). <https://doi.org/10.29155/vet.59.220.5>
- Salamanca-Carreño, A., Parés-Casanova, P. M., Vélez Terranova, O. M., Castro Rosa, G. y Jáuregui, R. (2022). Valoración morfométrica de una población de cerdos criollos araucanos (Colombia). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 33(5), e23794. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23794>
- Salazar-Vidal, D. F. S., Vélez-Ruiz, J. P. V., Zapata-Herrera, H. G. Z. y Rendón-Vásquez, A. R. (2012). Aplicación de técnicas fotogramétricas para el estudio morfométrico en caballos criollos colombianos. *Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 66-78. <https://revistasoj.s.ualdas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4448>
- Sañudo, C. (2009). Valoración morfológica de los animales domésticos. M° Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. <https://n9.cl/gw1uoz>
- Torres-Pérez, Y., Gómez-Pachón, E. Y. y Cuenca-Jiménez, F. (2016). Sistema de análisis de movimiento para caballos basado en videometría. *Ciencia y Agricultura*, 13(2), 83-94. <https://doi.org/10.19053/01228420.v13.n2.2016.5556>
- Vargas-Burgos, J., Velázquez Rodríguez, F. y Chacón Marcheco, E. (2016). Estructura genética y caracterización molecular del cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) de Ecuador, utilizando marcadores microsatélites. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(07), 1-12. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v6n3.45661>
- Zimmerman, D. W. (1998). Invalidation of parametric and nonparametric statistical tests by concurrent violation of two assumptions. *Journal of Experimental Education*, 67(1), 55-68. <https://doi.org/10.1080/00220979809598344>

Declaración de contribución a la autoría según CRediT

Andreina Monserrate Cedeño-Muñoz metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Arianna Abigail Rivera-González**: análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Carlos Octavio Larrea-Izurieta**: conceptualización, análisis formal, metodología, investigación, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

