

Valoración morfométrica de una población de cerdos criollos araucanos (Colombia)

Morphometric assessment of a population of Araucanian creole pigs (Colombia)

Arcesio Salamanca-Carreño¹, Pere Miquel Parés-Casanova^{2*}, Oscar Mauricio Vélez
Terranova³, Gustavo Castro Rosa⁴, Raúl Jáuregui⁵

RESUMEN

La morfometría es una herramienta para cuantificar y analizar la variación morfológica en el tamaño y forma de los animales. El objetivo del estudio fue contribuir a la caracterización morfométrica del cerdo criollo araucano para conocer algunas de sus características funcionales y etnológicas. Se estudiaron 58 cerdos (27 hembras y 31 machos), con edades entre 4 a 48 meses, localizados en tres veredas de Arauca, oriente de Colombia. Se obtuvieron 11 medidas corporales individuales y se construyeron tres índices. Se aplicó estadística descriptiva y un análisis univariado para medir el efecto ambiental sobre las medidas corporales e índices, usando la edad como covariable. Los cerdos presentaron una variabilidad media en las medidas corporales asociada con una mediana armonía. Los cerdos se consideran dolicocefalos, mesolíneos y no aptitud cárnica. Las hembras tendían a ser más grandes que los machos. La vereda fue el único efecto que influyó sobre

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Colombia

² Generalitat de Catalunya. Catalunya, España

³ Departamento de Ciencia Animal, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia

⁴ Facultad de Veterinaria, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo, Uruguay

⁵ Instituto de Investigación, Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala

* E-mail: pmpares@gencat.cat

Recibido: 7 de julio de 2022

Aceptado para publicación: 6 de septiembre de 2022

Publicado: 27 de octubre de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

la combinación lineal de las variables morfológicas e índices. Dada la variabilidad de las medidas según las veredas se podría inferir que en los cerdos araucanos estudiados se presentan biotipos distintos.

Palabras clave: adaptabilidad, dimorfismo sexual, estructura animal, medición del cuerpo

ABSTRACT

The morphometry is a tool to quantify and analyze morphological variation in the size and shape of animals. The aim of this study was to contribute to the morphometric characterization of the Araucanian creole pig to know some of its functional and ethnological characteristics. For this, 58 pigs (27 females and 31 males), aged between 4 and 48 months, located in three villages of Arauca, eastern Colombia, were studied. Eleven individual body measurements were obtained, and three indices were constructed. Descriptive statistics and univariate analysis were applied to measure the environmental effect on body measurements and indices, using age as a covariate. The pigs showed a medium variability in body measurements associated with a medium harmony. These animals are considered to be dolichocephalic, mesolineal and not suitable for meat purposes. The females tended to be larger than the males. The village was the only effect that influenced the linear combination of the morphological variables and indices. Given the variability of the measurements according to the villages, it could be inferred that different biotypes are present in the Araucanian pigs studied.

Key words: adaptability, sexual dimorphism, animal structure, body measurements

INTRODUCCIÓN

Los animales se adaptan a un medio ambiente a través de cambios genéticos producidos a lo largo de los siglos (FAO, 1996). Las condiciones fisiológicas y patológicas, así como las condiciones ambientales y de manejo pueden influir en el tamaño de los animales. El tamaño contribuye a la estructura, la armonía y el equilibrio del cuerpo, pero también a las características fisiológicas y a los mecanismos de adaptación al medio ambiente (Wainwright *et al.*, 1976).

Una herramienta para cuantificar y analizar la variación morfológica es la morfometría, la cual se refiere al estudio cuantitativo de la variación de las formas biológicas utilizando variables lineales como distancias, ángulos y proporciones que son analizadas por métodos estadísticos multivariados

(Marcus, 1990; Bookstein, 1996; Tornese y Nabar, 2013), variables no lineales, como superficies, e incluso, variables de forma, en caso de recurrir a la morfometría geométrica por *landmarks* o elípticas de Fourier. La producción científica en este campo se ha incrementado en las últimas décadas (Benítez y Püschel, 2014; Parés-Casanova, 2017). Los estudios morfométricos indican si las variables de la forma de la estructura en estudio son o no distintas en las distintas etapas y en qué zona específica se encontrarían esas diferencias (Toro *et al.*, 2010).

La caracterización racial basada en la morfometría y morfología mediante la interpretación de datos obtenidos desde diferentes enfoques es una de las primeras fases para la conservación, mantenimiento y conocimiento de los recursos zogenéticos locales (FAO, 1997). En los animales, las medidas corporales brindan información significa-

tiva sobre la estructura morfológica y las habilidades de desarrollo, y representan también los factores más influyentes para determinar la estructura más adecuada de los animales para una eficiencia deseada (Sañudo, 2009; Francesch *et al.*, 2011). Los estudios morfométricos contribuyen al conocimiento en la definición de especie frente a la dispersión geográfica y en estudios de diferenciación sexual (Benítez y Püschel, 2014). A partir de las variables morfológicas cuantitativas se calculan índices que permiten analizar las formas de las regiones para evidenciar la aptitud productiva, funcional y etnológica de las razas y el dimorfismo sexual (Parés-Casanova, 2007a; Gómez *et al.*, 2010), para el desarrollo de programas de mejora genética (Da Costa *et al.*, 2014) y para establecer comparaciones fenotípicas entre animales de distintas razas y a nivel de finca (Salako, 2006).

Los recursos zoogenéticos localmente adaptados constituyen un patrimonio cultural, de investigación, genético y sociocultural de una región. Iberoamérica cuenta con una gran cantidad de animales totalmente adaptados a las condiciones locales cuya producción es sostenible y ecológica en todas sus fases, y cuyo producto tiene un alto valor nutricional (Linares *et al.*, 2011). En las últimas décadas se ha creado una mayor conciencia sobre la importancia de preservar los recursos zoogenéticos, aunque las iniciativas de investigación aún no están totalmente extendidas en la mayor parte del continente americano (Revidatti, 2009; Revidatti *et al.*, 2014).

Los cerdos criollos forman parte de la tradición y cultura de las unidades familiares campesinas (Benítez y Sánchez, 2002). Los cerdos criollos han pasado por cientos de años de selección natural sobre la base de la adaptación a las características ambientales locales (Cortés *et al.*, 2016), que incluyeron la supervivencia y reproducción en áreas geográficas de climas tropicales (Linares *et al.*, 2011).

El cerdo criollo araucano habita en el ecosistema de sabanas inundables de Arauca (Oriente de Colombia). Se cree que descenden de cerdos traídos de España en el siglo XV y que fueron seleccionados para adaptarse a las condiciones locales (Salamanca *et al.*, 2015). Conocidos localmente como «Sabaneros», se manejan en condiciones extensivas recorriendo grandes distancias en condiciones adversas, recibiendo escasos cuidados y prosperando de forma semi-silvestre. Estos cerdos están expuestos permanentemente a perturbaciones ambientales y suministro irregular de alimentos. Poco se sabe sobre su producción y distribución geográfica, lo que merece una atención especial para su estudio. Dada la importancia de estos cerdos para la región, y a la escasa información disponible, el objetivo del presente estudio fue contribuir a la caracterización morfométrica para conocer algunas de sus características funcionales y etnológicas que sirvan para elaborar estrategia para su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La investigación se realizó en el municipio de Arauca, departamento de Arauca, al oriente de Colombia (latitud: 07-04N, longitud: 070-44W, altitud). Es una región de topografía plana y sabana inundable, con una extensión de 587 000 ha, dividida en 56 veredas (centros de división territorial). La precipitación anual es inferior a 1500 mm, con una época seca o verano (noviembre-abril), y una época lluviosa o invierno (mayo-octubre). La zona presenta una temperatura ambiental de 35 °C en marzo hasta 19 °C en enero, humedad relativa de 65% en marzo y 85% en junio-julio y se encuentra a una altitud de 128 msnm (Arauca, 2020).

Muestra

Se estudiaron 58 cerdos criollos araucanos (27 hembras y 31 machos), con edades entre 4 a 48 meses, localizados en las veredas de Las Monas, Merecure y La Saya. Los cerdos se manejan de forma extensiva tradicional. De cada individuo, se obtuvieron 11 medidas corporales y tres índices, siguiendo procedimientos estándar (Hurtado *et al.*, 2005; Parés-Casanova, 2009; Castro *et al.*, 2012; FAO, 2012):

- *Perímetro torácico (PT)*: desde el punto más declive de la cruz para pasar por la región esternal, en el punto situado inmediatamente detrás del codo, y llegar nuevamente al punto de origen o salida, medido con cinta métrica inextensible.
- *Longitudinal corporal (LCO)*: desde el punto más craneal y lateral de la articulación del húmero (encuentro) hasta el punto más caudal de la nalga (ilion-isquiático), medido con regla métrica.
- *Alzada a la cruz (ALC)*: desde el punto más alto de la cruz hasta el suelo en vertical, medido con regla métrica.
- *Alzada al esternón (ALES)*: desde el punto más ventral del cuerpo del esternón a nivel de la cinchera hasta el suelo, medido con regla métrica.
- *Perímetro rodilla (PRO)*: perímetro máximo del plano transversal del carpo, entre el antebrazo y la caña, medido con cinta métrica inextensible
- *Longitud de cabeza (LCA)*: desde el punto más culminante del occipital (nuca) hasta el hocico, medido con regla métrica.
- *Anchura de cabeza (ACA)*: entre los puntos más salientes lateralmente de los arcos zigomáticos, medido con regla métrica.
- *Largo de oreja (LORE)*: desde base de la oreja hasta su vértice, medido con cinta métrica inextensible.
- *Ancho de oreja (ANORE)*: desde el punto medio del borde craneal hasta el punto medio del borde caudal, medido con cinta métrica inextensible.
- *Perímetro caña posterior (PCA)*: rodeando el tercio medio y el superior del metatarso, medido con cinta métrica inextensible.

- *Alzada al corvejón (ACO)*: desde el suelo hasta la porción más alta del corvejón.

Con estas medidas se construyeron tres índices, siendo dos de interés etnológico y uno de interés productivo:

- *Índice cefálico (ICE)*: expresado como $(\text{anchura de la cabeza} / \text{longitud de cabeza}) \times 100$
- *Índice corporal (ICO)*: expresado como $(\text{longitud corporal} / \text{perímetro torácico}) \times 100$
- *Índice de proporcionalidad (IP)*: expresado como $(\text{alzada a la cruz} / \text{longitud corporal}) \times 100$

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de estadística descriptiva por sexo que incluían las medidas de tendencia central (media); y la desviación estándar (DE), el coeficiente de variación (CV), máximo (Máx.) y mínimo (Mín.) como medidas de dispersión. De igual forma, para evaluar la relación entre variables morfométricas, se estimaron correlaciones de Spearman.

Con el propósito de medir el efecto ambiental sobre las medidas corporales e índices se realizaron análisis univariados a través de modelos mixtos. La normalidad de las variables se evaluó a través del estadístico de Shapiro-Wilk. Aquellas variables que no se distribuyeron normalmente, fueron transformadas a su \log_{10} para mejorar el ajuste. En el modelo de análisis se consideraron los efectos fijos de vereda, sexo, y la interacción sexo*vereda, mientras que el efecto aleatorio fue el animal dentro de cada vereda. Dado que no todos los animales tenían la misma edad, se incluyó como covariable. Cuando alguno de los efectos fijos presentó diferencias estadísticas, se usó la prueba DMS para la diferenciación de medias con un nivel de significancia del 5%. Todos los análisis se realizaron en el programa SAS v. 9.4 (SAS, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadísticos Descriptivos

Los resultados de los estadísticos descriptivos por sexo se presentan en el Cuadro 1. Se estima que si en una población de estudio las variables morfológicas presentan un CV inferior al 5% se considera de escasa variabilidad, indicando una gran homogeneidad de la población; si el CV está entre el 5 y 15%, la población presenta un grado de uniformidad medio, y si es superior al 15%, se debe considerar una elevada variabilidad de la muestra estudiada (Herrera *et al.*, 1996; Parés-Casanova, 2007b; Bravo y Sepúlveda, 2010). En este estudio, el CV general se encontró dentro de un rango de 10.9 y 19.9% para las variables LCA y PCA, respectivamente y de 8.9% para IP y 14.7% para ICE, por lo que se puede deducir que la población de cerdos criollos araucanos examinada presenta una uniformidad morfológica media considerable.

El ICE, considerado como el principal índice de diagnóstico racial (Sañudo, 2009) presentó una variabilidad media en el presente estudio. Este índice clasifica a los porcinos en tres tipos étnicos: los troncos asiático y céltico (braquicéfalos, cabezas anchas), y el tronco ibérico (dolicocéfalos, cabezas largas) (Castro *et al.*, 2012; Hernández-Baca *et al.*, 2017). La importancia etnológica de este índice se explica porque su variación no está influenciada por los factores ambientales ni por el manejo dado a los animales (Herrera y Luque, 2009). Según Aparicio (1960), el ICE es muy constante en cada raza y si es inferior a 50 el animal es similar al tipo ibérico. El valor de 37.5% contenido en el estudio puede clasificar a la población de cerdos criollos araucanos como dolicocéfalos o de cabeza alargada, presentando diferencia con los cerdos Pampa Rocha (Montenegro *et al.*, 2014) y de Ecuador (Espinosa, 2016), que son reportados como mesocéfalos o de cabeza redondeada.

El IP determina la forma (rectangularidad) del cuerpo del animal y requiere para su interpretación un alto nivel de intuición, dado que, a menor valor, el animal se aproxima más a un rectángulo, forma predominante en animales de aptitud cárnica (Sañudo, 2009). El valor encontrado en el presente estudio (83.3%) fue superior al obtenido para el cerdo criollo de Nicaragua (Hernández-Baca *et al.*, 2017) y para el cerdo criollo del Perú (Pujada *et al.*, 2018). Lo anterior sugiere que el cerdo criollo araucano se aproximaría a un animal de aptitud cárnica, aunque el reconocimiento por parte de los productores es de ser un animal de «alto engrasamiento» por lo que es muy utilizado en la producción de «manteca» (aceite) para el consumo humano.

El ICO estima la conformación de la raza, permitiendo clasificar a los animales en brevilíneos ($d \geq 85$), mesolíneos (entre 86 y 88) y longilíneos ($e \geq 90$) (Sañudo, 2009). De acuerdo con estos criterios y según los resultados obtenidos (86.9%), el cerdo criollo araucano se podría clasificar como mesolíneo, con valores de longitud y altura relativamente iguales. Los valores del ICE y de ICO fueron inferiores a los calculados para el cerdo criollo de Nicaragua (Hernández-Baca *et al.*, 2017) y para el cerdo criollo del Perú (Pujada *et al.*, 2018).

Efectos Ambientales

Las variables de medidas corporales para cada efecto ambiental se presentan en el Cuadro 2. La vereda fue el único efecto que influyó sobre el comportamiento medio de las variables LCO, ALC, ALES, PRO y LCA ($p < 0.05$). De igual forma, la covariable «edad» influyó ($p < 0.05$) para PT, LCO, ALC, ALES, PRO, LCA y ACO, efecto esperado dado el rango de edades evaluadas.

Se observa una amplia variabilidad de algunas medidas corporales e índices en las tres veredas estudiadas (Cuadro 3). Los valores medios para la mayoría de las variables

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos por sexo de variables corporales (cm) e índices (%) en cerdos criollos Araucanos (Colombia).

Variables (cm)		Media	DE	CV (%)	Mín	Máx
PT	H	70.1	10.26	14.6	49.5	91.0
	M	66.0	9.19	13.9	50.0	91.0
LCO	H	61.8	11.25	18.2	39.0	83.0
	M	56.8	10.15	17.9	39.0	80.0
ALC	H	50.7	8.82	17.4	36.0	71.0
	M	47.2	6.34	13.5	35.0	57.0
ALES	H	24.3	3.96	16.3	15.0	31.5
	M	24.0	3.94	16.4	16.0	31.5
PRO	H	14.4	2.00	14.0	11.0	18.0
	M	13.5	2.17	16.2	10.0	19.0
LCA	H	24.6	3.17	15.0	18.0	32.0
	M	23.3	2.54	10.9	19.0	28.0
ACA	H	9.1	1.34	14.8	7.0	12.5
	M	8.8	1.28	14.6	6.5	11.0
LORE	H	12.4	2.25	18.2	9.0	17.5
	M	12.6	2.20	17.4	9.0	17.0
ANORE	H	10.2	1.58	15.4	7.0	13.5
	M	10.0	1.83	18.3	7.0	13.0
PCA	H	11.9	2.36	19.9	8.0	18.0
	M	11.1	2.05	18.6	8.5	19.0
ACO	H	16.3	2.40	14.7	10.7	20.0
	M	16.4	1.89	11.5	14.0	21.0
ICE	H	37.3	5.50	14.7	30.8	47.5
	M	37.7	4.14	11.0	30.4	45.8
IP	H	82.8	9.15	11.0	62.3	107.9
	M	83.9	7.44	8.9	69.2	97.7
ICO	H	88.0	8.80	10.0	75.0	118.5
	M	85.8	7.69	9.0	64.3	103.2

PT: Perímetro torácico; LCO: Longitudinal corporal; ALC: Alzada a la cruz; ALES: Alzada al esternón; PRO: Perímetro rodilla; LCA: Longitud de cabeza; ACA: Anchura de cabeza; LORE: Largo de oreja; ANORE: Ancho de oreja; PCA: Perímetro caña posterior; ACO: Alzada al corvejón; ICE: Índice cefálico; IP: Índice de proporcionalidad; ICO: Índice corporal

estudiadas fueron mayores en la vereda Las Monas (excepción PRO, que fue mayor en Merecure), seguida de La Saya y Merecure. Aunque todas las medidas tienen importancia morfométrica, se resalta las diferencias

($p < 0.05$) en LCO, ALC, ALES, PRO y LCA. Las diferencias pueden estar asociadas al entorno donde se han venido desarrollando los cerdos, vinculados a mecanismos de movilidad para recorrer grandes extensiones por

Cuadro 2. Influencia de vereda, sexo y edad sobre variables morfológicas en cerdos criollos araucanos

Efecto	PT	LCO	ALC	ALES	PRO	LCA	ACO
	p-valor						
Vereda	0.2289 ^{NS}	0.0418*	0.0003*	0.0019*	<0.0001*	0.0060*	0.1764 ^{NS}
Sexo	0.9161 ^{NS}	0.9651 ^{NS}	0.5064 ^{NS}	0.8752 ^{NS}	0.2745 ^{NS}	0.6481 ^{NS}	0.5177 ^{NS}
Sexo*vereda	0.4278 ^{NS}	0.4760 ^{NS}	0.6987 ^{NS}	0.3234 ^{NS}	0.0992 ^{NS}	0.6536 ^{NS}	0.8808 ^{NS}
Edad	0.0003*	0.0004*	<0.0001*	0.0003*	0.0269*	<0.0001*	0.0023*

PT: Perímetro torácico; LCO: Longitudinal corporal; ALC: Alzada a la cruz; ALES: Alzada al esternón; PRO: Perímetro rodilla; LCA: Longitud de cabeza; ACO: Alzada al corvejón
*(p<0,05); NS= No significativo

Cuadro 3. Valor medio de las variables corporales (cm) e índices (%) según fuente de variación vereda en cerdos criollos araucanos (Colombia)

Variables (cm)	Veredas		
	Las Monas (n=12)	La Saya (n=38)	Merecure (n=8)
PT	70.7	67.0	69.0
LCO	64.9a	57.7b	58.6ab
ALC	54.6a	47.1b	45.0b
ALES	27.8a	23.4b	22.2b
PRO	15.0b	13.0c	16.4a
LCA	25.8a	23.5b	22.4b
ACA	10.3	8.7	8.0
LORE	13.7	12.0	12.9
ANORE	10.8	10.0	9.7
PCA	12.5	11.2	11.1
ACO	17.2	16.3	15.3
ICE	40.4	37.0	36.0
IP	86.8	83.1	78.7
ICO	91.1	86.1	83.9

PT: Perímetro torácico; LCO: Longitudinal corporal; ALC: Alzada a la cruz; ALES: Alzada al esternón; PRO: Perímetro rodilla; LCA: Longitud de cabeza; ACA: Anchura de cabeza; LORE: Largo de oreja; ANORE: Ancho de oreja; PCA: Perímetro caña posterior; ACO: Alzada al corvejón; ICE: Índice cefálico; IP: Índice de proporcionalidad; ICO: Índice corporal

Cuadro 4. Valor medio de variables corporales (cm) e índices morfológicos (%) según fuente de variación y sexo en cerdos criollos araucanos (Colombia)

Variables	Sexo	
	Hembras (n=27)	Machos (n=31)
PT	70.1	66.0
LCO	61.8	56.8
ALC	50.7	47.2
ALES	24.3	24.0
PRO	14.4	13.5
LCA	24.6	23.3
ACA	9.1	8.8
LORE	12.4	12.6
ANORE	10.2	10.0
PCA	11.9	11.1
ACO	16.3	16.4
ICE	37.3	37.7
IP	82.8	83.9
ICO	88.0	85.8

PT: Perímetro torácico; LCO: Longitudinal corporal; ALC: Alzada a la cruz; ALES: Alzada al esternón; PRO: Perímetro rodilla; LCA: Longitud de cabeza; ACA: Anchura de cabeza; LORE: Largo de oreja; ANORE: Ancho de oreja; PCA: Perímetro caña posterior; ACO: Alzada al corvejón; ICE: Índice cefálico; IP: Índice de proporcionalidad; ICO: Índice corporal

terrenos agrestes y particulares en cada división territorial. El LCA fue otra variable que presentó fluctuaciones entre veredas ($p < 0.05$), particularidad de adaptación que le concede al cerdo la habilidad para la adquisición de alimentos a través del proceso denominado «hociqueo».

Las diferencias morfométricas encontradas entre veredas pueden estar asociadas por el mecanismo de la selección natural que ha ocurrido en cada división territorial, pro-

duciendo animales con rasgos morfológicos adaptativos diferentes. Dado que en cada división territorial (vereda) del ecosistema de sabana inundable existen diferentes unidades fisiográficas, este es un factor determinante que contribuye en la diversidad de recursos vegetales para la alimentación y crecimiento de los cerdos. Por ejemplo, en la vereda Las Monas y Merecure existen posiciones fisiográficas denominadas bancos, banquetas, bajo y esteros, y en la Saya predominan bosques de galería; consecuentemente, el material vegetal disponible para la alimentación de los cerdos es disímil, pues básicamente está dado por raíces de plantas como el Boro (*Euchornia crassipes*), frutos de Palma Real (*Attalea butyracea*) y Palma corozo (*Acrocomia aculeata*), frutos de árboles nativos como el Saman (*Pithecellobium saman*), Cañafistola (*Cassia moschata*), Caro Caro (*Enterolobium cyclocarpum*), Algarrobo (*Hymenaea courbaril*), Guacimo (*Guazuma ulmifolia*), y algunos anélidos terrestres (*Lumbricus terrestris*), entre otros.

Los cerdos en las tres veredas son considerados como dolicocefalos (ICE). Los cerdos de Merecure tienden a ser más de aptitud cárnica (IP), mientras que los cerdos de las Monas tienden a ser más longilíneos (ICO). Estos valores contrastan con los encontrados por Espinosa (2016) en cerdos criollos ecuatorianos. Dada la variabilidad de las medidas entre veredas se podría inferir que estos cerdos presentan biotipos distintos.

El sexo ni la interacción vereda*sexo fueron fuente de variación significativa ($p > 0.05$) para las variables analizadas; sin embargo, se observa una tendencia a menores valores en machos que en hembras, a excepción del ACA y LORE (Cuadro 4). Estos resultados difieren a lo reportado para el cerdo criollo Alto Andino del Perú donde los machos mostraron tendencias a ser más grandes (Pujada *et al.*, 2018); para el cerdo criollo de Venezuela donde los machos son más altos y las hembras presentan mayor PT

Cuadro 5. Correlaciones de Spearman entre medidas corporales e índices (valores estimados y su significancia se encuentran por debajo y encima de la diagonal, respectivamente) en cerdos criollos araucanos (Colombia)

	PT	LCO	ALC	ALES	PRO	LCA	ACA	LORE	AORE	PCA	ACO	ICE	IP	ICO
PT		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.05
LCO	0.80		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00
ALC	0.74	0.82		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.45	0.00
ALES	0.63	0.82	0.88		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.13	0.00
PRO	0.58	0.65	0.60	0.55		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.53	0.01	0.04
LCA	0.70	0.71	0.70	0.69	0.49		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02
ACA	0.59	0.70	0.72	0.71	0.49	0.56		0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00
LORE	0.52	0.68	0.59	0.64	0.58	0.54	0.50		0.00	0.00	0.05	0.66	0.01	0.00
AORE	0.45	0.57	0.44	0.44	0.45	0.45	0.47	0.80		0.00	0.47	0.53	0.02	0.00
PCA	0.63	0.78	0.70	0.72	0.72	0.58	0.78	0.64	0.59		0.03	0.02	0.01	0.00
ACO	0.46	0.48	0.58	0.49	0.20	0.44	0.37	0.25	0.10	0.29		0.54	0.52	0.01
ICE	-0.03	0.06	0.08	0.08	0.08	-0.34	0.55	0.06	0.08	0.30	-0.08		0.71	0.27
IP	-0.49	-0.56	-0.10	-0.20	-0.32	-0.30	-0.24	-0.34	-0.30	-0.36	0.09	-0.05		0.00
ICO	0.25	0.72	0.61	0.66	0.38	0.45	0.54	0.44	0.44	0.59	0.34	0.15	-0.39	

PT: Perímetro torácico; LCO: Longitudinal corporal; ALC: Alzada a la cruz; ALES: Alzada al esternón; PRO: Perímetro rodilla; LCA: Longitud de cabeza; ACA: Anchura de cabeza; LORE: Largo de oreja; AORE: Ancho de oreja; PCA: Perímetro caña posterior; ACO: Alzada al corvejón; ICE: Índice cefálico; IP: Índice de proporcionalidad; ICO: Índice corporal

(Hurtado, 2006) y con el cerdo criollo Pampa Rocha que presentan indicios de dimorfismo sexual, siendo las hembras mesolíneas (Castro *et al.*, 2012). Esta diferencia es propia de especies poligínicas y puede estar dado a condiciones propias de cada división territorial y con el desempeño reproductivo y materno, puesto que las hembras requieren mayor tamaño para alojar varias crías y asegurar la supervivencia de estas.

El ICE fue similar en los machos y hembras ($p>0.05$), el IP fue mayor en machos y el ICO fue superior en las hembras. Los valores de estos índices son similares con los reportados para el cerdo criollo del Chocó (Arredondo *et al.*, 2011), de Nicaragua (Hernández-Baca *et al.*, 2017) y del Alto Andino Perú (Pujada *et al.*, 2018) donde los índices IP e ICE fueron mayores en los machos y el ICO en hembras.

En general, se evidencia poco dimorfismo sexual de tamaño en cerdos criollos araucanos. Este fenómeno también ha sido reportado en cerdos criollos en Guatemala (Jáuregui *et al.*, 2019), en el cerdo Mancha-do de Jabugo (Forero *et al.*, 2000), y en el cerdo criollo de Nicaragua (García, 2016). Pese a que no hay una explicación de las causas del dimorfismo sexual de tamaño, se indica que podrían deberse a restricciones evolutivas, selección natural o selección sexual (Dale *et al.*, 2007). Por otro lado, es un fenómeno poco comprendido respecto a sus causas ontogenéticas y evolutivas (Martínez *et al.*, 2014).

Análisis de Correlación

Los resultados del análisis de correlación de Spearman se muestran en el Cuadro 5. El 47% de los valores (43/91) tuvieron una alta correlación ($r>0.5$) y con significancia

estadística ($p < 0.05$). Las variables más correlacionadas fueron ALC con ALES y LCO ($p < 0.05$), y las menos correlacionadas ACO con AORE ($p > 0.05$). Ninguna medida corporal presentó correlación negativa.

Parés-Casanova (2009), indica que cuando todas las variables están significativamente correlacionadas, una raza responde a un modelo armónico de la estructura, y cuando el número de correlaciones significativas entre las diversas variables ronda el 50%, responde a un modelo medianamente armónico. Para el caso del cerdo criollo araucano, más del 82% de las correlaciones (75/91) fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que revela que el cerdo criollo araucano es un animal medianamente armónico en su estructura. El modelo armónico también es reportado para el cerdo criollo de Nicaragua (García, 2016), aunque no menciona el número de correlaciones significativas.

El IP presentó correlación negativa con todas las variables, el ICO se correlacionó negativamente con el IP y el ICE presentó correlación negativa con PT, LCA y ACO, lo que puede estar asociado con el aumento o disminución de las variables que los conforman.

CONCLUSIONES

- Se observa una variabilidad media en las medidas corporales estudiadas que se asocia con una mediana armonía del animal.
- La amplia variabilidad de las medidas según las veredas podría indicar que en los cerdos araucanos se presentan biotipos distintos.
- El dimorfismo sexual de tamaño no es significativo, aunque las hembras tienden a presentar valores mayores en las medidas corporales.

- La variabilidad morfométrica da indicios para establecer futuros programas de conservación.

Agradecimientos

Al Comité Nacional de Investigaciones – CONADI de la Universidad Cooperativa de Colombia por el financiamiento de esta investigación, a los productores por facilitar los animales y a los estudiantes auxiliares de investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su dedicación al trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

1. **Aparicio G 1960.** Exterior de los grandes animales domésticos (morfología externa). Córdoba, España: Moderna. 324 p.
2. **Arauca. 2020.** Valores climatológicos normales. Clima : Arauca, Colombia. [Internet]. Disponible en: <https://es.allmet-sat.com/clima/venezuela.php?-code=-80099>
3. **Arredondo JV, Muñoz JE, Arenas LE, Pacheco E, Álvarez LA. 2011.** Caracterización zoométrica de cerdos criollos del departamento del Chocó-Colombia. Acta Iberoam Conserv Anim 1: 57-59.
4. **Benítez HA, Püschel TA. 2014.** Modelando la varianza de la forma: morfometría geométrica aplicaciones en biología evolutiva. Int J Morphol 32: 998-1008. doi: 10.4067/S0717-950220140003-00041
5. **Benítez OW, Sánchez MD. 2002.** Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de producción. Producción y sanidad Animal. Estudio FAO 148. [Internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y2292s.pdf>
6. **Bookstein F. 1996.** Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis. B Math Biol 58: 313-365. doi: 10.1007/BF02458311

7. **Bravo S, Sepúlveda N. 2010.** Índices zoométricos en ovejas criollas araucanas. *Int J Morphol* 28: 489-495. doi: 10.4067/S0717-95022010000200025
8. **Castro G, Montenegro M, Barlocco N, Vadell A, Gagliardi R, Llambí S. 2012.** Caracterización zoométrica en el cerdo Pampa rocha de Uruguay (Descriptiva primaria). *Acta Iberoam Conserv Anim* 2: 83-86.
9. **Cortés A, Martínez A, Cañón J, Sevane N, Da Gama L, Ginja C, Landi V, et al. 2016.** Conservation priorities of Iberoamerican pig breeds and their ancestors based on microsatellite information. *Heredity* 117: 14-24. doi: 10.1038/hdy.2016.21
10. **Da Costa RL, Quirino CR, Afonso VA, Pacheco A, Beltrame RT, Madella-Oliveira AF, Costa AM, et al. 2014.** Morphometric indices in Santa Ines sheep. *Int J Morphol* 32: 320-376. doi: 10.4067/S0717-95022014000400039
11. **Dale J, Dunn PO, Figuerola J, Lislevand T, Székely T, Whittingham LA. 2007.** Sexual selection explains Rensch's rule of allometry for sexual size dimorphism. *PR Soc B* 274: 2971-2979. doi: 10.1098/rspb.2007.1043
12. **Espinosa JD. 2016.** Caracterización del cerdo criollo en los cantones Zapotillo, Puyango de la provincia de Loja. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Loja, Ecuador: Univ. Nacional de Loja. 126 p.
13. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1996.** Ecología y enseñanza rural. Tema 6: Los animales. Estudio FAO 131, Roma. [Internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/W1309S/w1309s00.htm#TopOfPage>
14. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1997.** Lista mundial de vigilancia para la diversidad de los animales domésticos. 2º ed. Scherf BD (ed). Roma: FAO. 777 p.
15. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012.** Phenotypic characterization of animal genetic resources. Rome: FAO. 158 p.
16. **Forero J, Cumbreiras M, Venegas M, Ferrer N, Barba C, Delgado J. 2000.** Contribución a la caracterización productiva del cerdo Manchado de Jabugo en el periodo predestete: resultados preliminares. *Arch Zootecn* 50: 133-137.
17. **Francesch A, Villalba I, Cartaña M. 2011.** Methodology for morphological characterization of chicken and its application to compare Penedesenca and Empordanesa breeds. *Anim Genet* 48: 79-84. doi: 10.1017/S2078633610000950
18. **García RA. 2016.** Caracterización morfológica del cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) en Puerto Príncipe, Nueva Guinea, Nicaragua. Tesis de Maestría. Managua, Nicaragua: Univ. Nacional Agraria. 50 p.
19. **Gómez M, Pérez de Muniain F, Villanueva M, Asiain F, Maeztu F, Alonso, M, Valera M. 2010.** Razas equinas en peligro de extinción. estudio morfológico. España: Navarra Agraria. 48 p.
20. **Hernández-Baca M, Gámez-Rivas A, Zeledón-Ortega Y. 2017.** Caracterización morfológica del cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) en el municipio de Nueva Guinea, RACCS. *La Calera* 17: 21-27. doi: 10.5377/calera.v17i28.6365
21. **Herrera M, Luque M. 2009.** Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. En: Sañudo C (ed). Valoración morfológica de los animales domésticos. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. p 83-101.
22. **Herrera M, Rodero E, Gutiérrez M, Peña F, Rodero M. 1996.** Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Res* 22: 39-47. doi: 10.1016/0921-4488(96)00863-2
23. **Hurtado E. 2006.** El cerdo criollo en Venezuela. Estado actual y perspectivas. *Rev Comput Prod Porc* 13: 26-29.
24. **Hurtado E, González C, Vecchionacce H. 2005.** Estudio morfológico del cerdo criollo del estado Apure, Venezuela. *Zootec Trop* 23: 17-25.

25. **Jáuregui R, Parés-Casanova P, Lorenzo C. 2019.** Ausencia de dimorfismo sexual y biotipos en el cerdo criollo de la región Ch'ortí de Guatemala. *AICA* 14: 32-36.
26. **Linares V, Linares L, Mendoza G. 2011.** Ethnic-Zootechnic characterization and meat potential of *Sus scrofa* «creole Pig» in Latin America. *Sci Agropecu* 2: 97-110.
27. **Marcus LF. 1990.** Traditional morphometrics. In: Rohlf FJ, Bookstein FL (eds). *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. USA: University of Michigan Museum of Zoology.
28. **Martínez PA, Ferreira AT, Bidau CJ. 2014.** Una aproximación filogenética al estudio del dimorfismo sexual de tamaño en Felidae y la evaluación de la regla de Rensch. *Ecosistemas* 23: 27-36.
29. **Montenegro M, Castro G, Llambí S, Barlocco N, Vadell A, Delgado J, Barba C. 2014.** Comparación de medidas zoométricas entre el cerdo Pampa Rocha y variedades oficialmente reconocidas del cerdo ibérico. *Acta Iberoam Conserv Anim* 4: 86-88.
30. **Parés-Casanova P M. 2007a.** Índices de interés funcional en la raza bovina «Bruna Dels Pirineus». *Redvet* 8(6). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/6361266-0010.pdf>
31. **Parés-Casanova PM 2007b.** Análisis biométrico y funcional de la raza ovina aranesa. *Redvet* 8(1). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63613304003.pdf>
32. **Parés-Casanova PM. 2009.** Zoometría. En: Sañudo C (ed). *Valoración morfológica de los animales domésticos*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. p 171-196.
33. **Parés-Casanova PM. 2017.** Introductory Chapter - Morphometric studies: beyond pure anatomical form analysis. In: *New insights into morphometry studies*. [Internet]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69682>
34. **Pujada HN, Maguiña RM, Luis DB, Airahuacho FE. 2018.** Caracterización morfológica del cerdo Criollo Alto Andino. *Infinitum* 8: 23-32. doi: 10.51431/infinitum.v8i1.460
35. **Revidatti MA. 2009.** Caracterización de cerdos criollos del Nordeste Argentino. Tesis Doctoral. Córdoba, España: Univ. de Córdoba. 260 p.
36. **Revidatti M, Bermejo J, Da Gama L, Periatí V, Ginja C., Alvarez LA, Vega-Pla JL, et al. 2014.** Genetic characterization of local criollo pig breeds from the Americas using microsatellite markers. *J Anim Sci* 92: 4823-4832. doi: 10.2527/jas.2014-7848
37. **Salako A. 2006.** Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *Int J Morphol* 24: 13-18. doi: 10.4067/S0717-95022006-000100003
38. **Salamanca CA, Arias LJ, Vélez TM. 2015.** Efectos ambientales que influyen en el comportamiento productivo de cerdas criollas sabaneras en la granja El Picure, Arauca, Colombia. *Acta Iberoam Conserv Anim* 6: 16-23.
39. **Sañudo C. 2009.** Valoración morfológica de los animales domésticos. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 865 p.
40. **SAS Institute. 2013.** Base SAS® 9.4. Procedures Guide: Statistical Procedures. 2nd ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
41. **Tornese EB, Nabar MJ. 2013.** Morphometry of the corpus callosum and mammillary bodies in alcoholism using magnetic resonance. *Int J Morphol* 31: 1233-1242. doi: 10.4067/S0717-95022-013000400015
42. **Toro MV, Manriquez SG, Suazo GI. 2010.** Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Int J Morphol* 28: 977-990. doi: 10.4067/S0717-95022010000400001
43. **Wainwright S, Biggs W, Currey J, Gosline J. 1976.** Mechanical design in organisms. USA: Princeton University Press. 395 p.