

Valoración morfológica de la ubre y su relación con los rasgos morfométricos corporales de la cabra criolla Motilona de Norte de Santander, Colombia

Morphological assessment of the udder and its relationship with the body morphometric traits of the Motilona Creole goat from Norte de Santander, Colombia

William Herrera-Cáceres^{1*}, Alexander Nivia Osuna²,
Leonardo Hernández-Corredor^{1,3}

RESUMEN

Se determinó la relación existente entre la estructura morfológica de la glándula mamaria y los rasgos morfométricos corporales de 266 cabras criollas Motilona de la región Norte de Santander (Colombia) pertenecientes a sistemas orientados a la producción de leche y carne. Se evaluaron características morfológicas de la glándula mamaria como: vista lateral y posterior de las extremidades posteriores, inserción anterior y profundidad de la ubre, altura y anchura de inserción posterior de la ubre, ligamento suspensor, diámetro e implantación de los pezones. Los rasgos morfométricos corporales evaluados corresponden a la longitud de la cabeza y cara, anchura de la cabeza, alzada de la cruz, anchura de la grupa, diámetro longitudinal, dorso esternal y bicostal, longitud de la grupa, perímetro de la caña y tórax. Adicionalmente, se registró el peso vivo de los animales. Se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson. Los resultados mos-

¹ Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia

² Facultad de Ciencias y Tecnologías, Universidad Santo Tomás, Bogotá DC, Colombia

³ Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA –, Regional Norte de Santander, Cúcuta, Colombia

* E-mail: williamandresh@hotmail.com

Recibido; 11 de abril de 2022

Aceptado para publicación: 27 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

traron que existe una correlación positiva entre los rasgos morfométricos corporales y el peso vivo de los animales. Las correlaciones entre el peso vivo de los animales y los rasgos morfológicos de la glándula mamaria fueron bajas para la anchura de inserción posterior de la ubre y el ligamento suspensor de la ubre; y para los demás rasgos no fueron significativas. Este estudio sugiere que la población de cabras Motilona presenta un alto grado de homogeneidad en sus rasgos y su estructura morfológica es apropiada para la producción de leche.

Palabras clave: cabra criolla, glándula mamaria, morfología animal, caracterización

ABSTRACT

A study was carried out to determine the relationship between the morphological structure of the mammary gland and the morphometric body traits of 266 Motilona Creole goats from the Norte de Santander region (Colombia) belonging to systems oriented to the production of milk and meat. Morphological characteristics of the mammary gland were evaluated, such as: lateral and posterior view of the hind limbs, anterior insertion and depth of the udder, height and width of the posterior insertion of the udder, suspensory ligament, diameter and implantation of the teats. The body morphometric traits evaluated correspond to the length of the head and face, width of the head, height of the withers, width of the rump, longitudinal diameter, sternal and bicostal dorsum, length of the rump, perimeter of the cane and thorax. Additionally, the live weight of the animals was recorded. Pearson's correlation coefficients were estimated. The results showed that there is a positive correlation between body morphometric traits and the live weight of the animals. The correlations between the live weight of the animals and the morphological traits of the mammary gland were low for the width of the posterior insertion of the udder and the suspensory ligament of the udder; however, for the other traits they were not significant. This study suggests that the Motilona goat population has a high degree of homogeneity in its traits and its morphological structure is appropriate for milk production.

Key words: creole goats, mammary gland, animal morphology, characterization

INTRODUCCIÓN

La producción caprina en Colombia ha sido una de las actividades ganaderas más antiguas que ha contribuido a la producción animal y la economía familiar (Ospina *et al.*, 2011). Diversos biotipos raciales han sido introducidos en los sistemas de producción en el curso de los años (Moreno *et al.*, 2013). Biotipos raciales identificados como criollos se han ubicado en zonas agroecológicas específicas, caso de la cabra Motilona en la región de Norte de Santander (Colombia), la cual dada sus condiciones particulares ha

permitido su adaptación; sin embargo, la falta de información objetiva ha imposibilitado el registro ante la FAO (FAO, 2007).

La caracterización morfológica se realiza principalmente para describir las características fenotípicas que presentan los animales a nivel corporal y determinar su propósito productivo (leche o carne) (Castellaro *et al.*, 2020; Fernández *et al.*, 2020). Asimismo, estudios de caracterización en poblaciones caprinas criollas son fundamentales para establecer planes de conservación de los recursos zoogenéticos y realizar el control de especies en peligro de extinción (FAO, 2007).

Diversos estudios de caracterización en la especie caprina han identificado los rasgos morfológicos propios de cada población y su relación existente con las características productivas, logrando integrar dicha información en programas de mejoramiento genético (Peña *et al.*, 2017; Abarca *et al.*, 2020; Hyera *et al.*, 2021). Además, es una herramienta útil para la identificación de estrategias que contribuyan al incremento de la eficiencia productiva (Shrestha y Fahmy, 2007; Pérez *et al.*, 2013).

La cabra criolla Motilona, autóctona de la región de Norte de Santander (Colombia) es utilizada comúnmente en sistemas de producción orientados a abastecer los mercados regionales con productos como la leche y la carne. En cuanto a la caracterización morfológica de esta población animal, no se conocen registros completos acerca de su estructura morfológica. Sin embargo, se ha demostrado que esta cabra podría ser portadora de características morfológicas corporales apropiadas para la producción de leche y carne, siendo considerado como un animal multipropósito (Herrera-Cáceres y Hernández-Corredor, 2021). Dichos resultados se sustentan en los rasgos morfométricos corporales sin la valoración de la estructura morfológica de la glándula mamaria, factor determinante para la confirmación de la aptitud productiva de biotipos lecheros.

La Asociación Americana de Cabras Lecheras (ADGA) afirma que la caracterización morfológica de la ubre ofrece información relevante para la toma de decisión en los programas de mejoramiento genético, dado a que se encuentra directa o indirectamente relacionado con los parámetros productivos y reproductivos (ADGA, 2021). Por lo tanto, mediante los rasgos corporales se puede valorar la robustez de los animales para la producción de leche y carne, y en cuanto a la estructura de la glándula mamaria permite valorar la capacidad para la producción de leche, así como, aspectos relacionados con la habilidad materna y el ordeño (Fernández *et al.*, 2020). Por este motivo, el objetivo de

este estudio fue caracterizar la estructura morfológica de la glándula mamaria y determinar la relación existente con los rasgos morfométricos corporales en la cabra criolla Motilona para profundizar en el conocimiento de la aptitud lechera de esta población autóctona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 266 hembras identificadas como cabra criolla Motilona provenientes de siete sistemas productivos de la región de Cúcuta y su área metropolitana del Norte de Santander (Colombia). Las condiciones de cría y el sistema de alimentación a las que estuvieron sometidas las hembras durante el estudio fueron previamente descritas por Herrera-Cáceres y Hernández-Corredor (2021).

Para la toma de medidas en los animales se utilizaron cabras en periodo de lactancia, sexualmente maduras entre 1 y 3 partos y con rangos de edad entre 2 y 4 años. Se seleccionaron animales sanos que no presentaran enfermedades como cojeras ni problemas relacionados con la estructura morfológica de la ubre que imposibilitara su medición. Las medidas de los diferentes parámetros fueron tomadas con una cinta métrica, un bastón zoométrico y un goniómetro veterinario. El procedimiento de medición involucró la sujeción del animal, tanto de cabeza como del tren posterior.

Se realizó la medición de la estructura morfológica de la glándula mamaria y los rasgos morfométricos corporales. Las mediciones de los rasgos morfológicos de la glándula mamaria fueron tomadas de acuerdo con el Sistema Lineal de Valoración Morfológica de la Asociación Americana de Cabras Lecheras (ADGA, American Dairy Goat Association) (Sánchez *et al.*, 2009):

- Vista lateral de las extremidades posteriores (VLPT),
- Vista posterior de las extremidades posteriores (VPPT),

- Inserción anterior de la ubre (IAU),
- Altura de inserción posterior de la ubre (AIP),
- Anchura de inserción posterior de la ubre (APU),
- Ligamento suspensor de la ubre (LSM),
- Profundidad de la ubre (PU),
- Diámetro de los pezones (DP),
- Implantación de los pezones (IP).

Los rasgos morfométricos corporales se definieron de acuerdo con previos resultados de caracterización morfológica (FAO, 2012; Castellaro *et al.*, 2020): longitud de la cabeza (LC), longitud de la cara (LR), anchura de la cabeza (AC), alzada de la cruz (ALCR), anchura de la grupa (AG), diámetro longitudinal (DL), diámetro dorso esternal (DE), diámetro bicostal (DB), longitud de la grupa (LG), perímetro de la caña (PC), perímetro del tórax (PT) y peso vivo (P).

Se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson para la determinación de la relación existente entre las variables. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de medias *post hoc* entre granjas mediante la prueba F múltiple de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (Rafter *et al.*, 2002). Finalmente, se realizó un análisis de clúster para la determinación del grado de homogeneidad entre individuos. Los datos fueron analizados a través del software SPSS v. 20 (SPSS, USA) y los paquetes estadísticos de R: *factoextra* (Kassambara y Mundt, 2020) y *DescriptiveWH* (Herrera-Cáceres, 2021), para los análisis de clúster mediante el algoritmo *k-means* (Hartigan y Wong, 1979) y el análisis de cada una de las variables, respectivamente.

RESULTADOS

El Cuadro 1 presenta los estadísticos descriptivos para las variables morfológicas de la glándula mamaria y las morfométricas corporales de la cabra criolla Motilona. Los valores encontrados para las variables IAU,

VLPT, AIP, VPPT, DP, APU y PU correspondientes a los rasgos morfológicos de la glándula mamaria reportaron un coeficiente de variación aceptable entre 14.13 y 25.29%. Para la variable IP se reportó un valor de 6.98%, mostrando poca variabilidad, mientras que para LSM se encontró un valor extremo de 81.03% indicativo de una variabilidad excesiva. Al comparar las medias de las variables entre granjas se encontraron diferencias para VLPT, VPPT, APU, LSM y PU ($p < 0.05$).

En cuanto a los resultados de los rasgos morfométricos corporales, las variables ALCR, DL, AC, PT, LC, LG, AG, DE, LR presentaron un coeficiente de variación entre 4.9 y 9.1%, mostrando poca variabilidad, en tanto que las variables DB, P y PC obtuvieron un valor aceptable de 14.23, 16.49 y 17.4, respectivamente. En la comparación de medias entre granjas se encontró que la mayoría de las variables fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$), a excepción de LG, PC y PT.

Las correlaciones entre los rasgos morfológicos de la glándula mamaria y del peso vivo de la cabra criolla Motilona presentaron valores bajos con magnitudes entre -0.23 y 0.34, mostrando una armonía morfoestructural (Cuadro 2). Se encontraron valores de correlación negativos muy bajos entre la variable VLPT con VPPT, APU e IP ($p < 0.05$), así como entre IAU e IP ($p < 0.05$). También se encontraron valores positivos muy bajos entre la variable VPPT con LSM y PU, IAU y APU; APU y DP. y LSM y DP y valores positivos bajos entre APU y LSM e VPPT ($p < 0.05$). Para el peso vivo se encontraron correlaciones positivas muy bajas con las variables APU y LSM ($p < 0.05$).

El Cuadro 3 presenta la correlación existente entre los rasgos morfométricos corporales de la cabra criolla Motilona. En general, se encontró una variabilidad en los valores de correlación que van desde positivos muy bajos hasta altos con un rango entre 0.11

Cuadro 1. Rasgos morfológicos de la glándula mamaria y morfométricos corporales de la cabra criolla Motilona (Norte de Santander, Colombia)

Rasgos	Variable	Promedio	\pm DE	CV (%)	Diferencias entre granjas
Glándula mamaria	VLPT (°)	55.83	8.62	15.44	*
	VPPT (cm)	10.57	2.28	21.57	*
	IAU (°)	124.11	17.54	14.13	ns
	AIP (cm)	8.80	1.45	16.48	ns
	APU (cm)	3.12	0.70	22.44	*
	LSM (cm)	1.16	0.94	81.03	*
	PU (cm)	13.56	3.43	25.29	*
	DP (cm)	1.56	0.34	21.88	ns
	IP (°)	76.08	5.31	6.98	ns
Corporales	P (kg)	44.63	7.36	16.49	*
	LC (cm)	23.98	1.60	6.67	*
	LR (cm)	14.50	1.32	9.10	*
	AC (cm)	12.91	0.85	6.58	*
	ALCR (cm)	68.94	3.38	4.90	*
	AG (cm)	17.66	1.26	7.13	*
	DL (cm)	63.66	4.09	6.42	*
	DE (cm)	30.36	2.20	7.25	*
	DB (cm)	11.88	1.69	14.23	*
	LG (cm)	16.17	1.11	6.86	ns
	PC (cm)	9.82	1.71	17.41	ns
PT (cm)	79.54	5.25	6.60	ns	

* Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$); ns, no existen diferencias significativas; (\pm DE) desviación estándar; (CV) coeficiente de variación, ° ángulo

VLPT: vista lateral de las extremidades posteriores, VPPT: vista posterior de las extremidades posteriores, IAU: inserción anterior de la ubre, AIP: altura de inserción posterior de la ubre, APU: anchura de inserción posterior de la ubre, LSM: ligamento suspensor de la ubre, PU: profundidad de la ubre, DP: diámetro de los pezones, IP: implantación de los pezones, P: peso vivo de los animales
LC: longitud de la cabeza, LR: longitud de la cara, AC: anchura de la cabeza, ALCR: alzada de la cruz, AG: anchura de la grupa, DL: diámetro longitudinal, DE: diámetro dorso esternal, DB: diámetro bicostal, LG: longitud de la grupa, PC: perímetro de la caña, PT: perímetro del tórax

y 0.73 ($p < 0.05$). Además, se encontraron correlaciones positivas entre LR y PC, AC y DB, PC y negativas entre AG y DB, sin diferencias estadísticas ($p > 0.05$).

El Cuadro 4 presenta los coeficientes de correlación existente entre los rasgos morfológicos de la ubre y los caracteres

morfométricos corporales mostrando una variabilidad en los valores que oscilan entre -0.35 y 0.39. Los resultados mostraron un patrón de relación positiva entre algunos rasgos como: VLPT con AG; VPPT con LC, ALCR, DL y DB; AIP con LG y PC; AIP con AG, DL y LG; APU con LC, ALCR, DL, DB, LG y PC; LSM con LC, LR, ALCR, DL, DB,

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de Pearson para los caracteres morfológicos de la ubre en la cabra criolla Motilona (Norte de Santander, Colombia)

Variable	VLPT	VPPT	IAU	AIP	APU	LSM	PU	DP	IP
P	-0.09	0.11	-0.03	0.05	0.17*	0.23*	-0.09	0.10	-0.03
VLPT	1	-0.18*	0.04	0.03	-0.18*	-0.02	0.01	-0.03	-0.13*
VPPT		1	-0.05	-0.04	0.29*	0.17*	0.20*	0.10	0.05
IAU			1	-0.03	0.20*	0.09	0.05	0.10	-0.23*
AIP				1	0.01	0.02	0.03	-0.02	-0.01
APU					1	0.34*	-0.02	0.20*	-0.17*
LSM						1	-0.08	0.12*	-0.05
PU							1	-0.08	0.06
DP								1	0.00
IP									1

* p<0.05

P: peso vivo de los animales, VLPT: vista lateral de las extremidades posteriores, VPPT: vista posterior de las extremidades posteriores, IAU: inserción anterior de la ubre, AIP: altura de inserción posterior de la ubre, APU: anchura de inserción posterior de la ubre, LSM: ligamento suspensor de la ubre, PU: profundidad de la ubre, DP: diámetro de los pezones, IP: implantación de los pezones

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Pearson para los caracteres morfométricos corporales de la cabra criolla Motilona (Norte de Santander, Colombia)

Variable	LC	LR	AC	ALCR	AG	DL	DE	DB	LG	PC	PT
P	0.54*	0.41*	0.31*	0.47*	0.40*	0.52*	0.40*	0.37*	0.44*	0.30*	0.73*
LC	1	0.39*	0.23*	0.48*	0.25*	0.46*	0.31*	0.33*	0.38*	0.34*	0.41*
LR		1	0.39*	0.21*	0.13*	0.34*	0.16*	0.31*	0.17*	0.04	0.24*
AC			1	0.18*	0.33*	0.18*	0.14*	0.01	0.23*	0.02	0.18*
ALCR				1	0.33*	0.49*	0.29*	0.21*	0.37*	0.39*	0.36*
AG					1	0.41*	0.19*	-0.02	0.49*	0.17*	0.37*
DL						1	0.30*	0.32*	0.50*	0.30*	0.51*
DE							1	0.26*	0.24*	0.18*	0.37*
DB								1	0.16*	0.36*	0.27*
LG									1	0.41*	0.47*
PC										1	0.11*
PT											1

* p<0.05

P: peso vivo de los animales, LC: longitud de la cabeza, LR: longitud de la cara, AC: anchura de la cabeza, ALCR: alzada de la cruz, AG: anchura de la grupa, DL: diámetro longitudinal, DE: diámetro dorso esternal, DB: diámetro bicostal, LG: longitud de la grupa, PC: perímetro de la caña, PT: perímetro del tórax

Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson para los caracteres morfológicos corporales y los caracteres morfológicos de la ubre en la cabra criolla Motilona (Norte de Santander, Colombia)

Variable	LC	LR	AC	ALCR	AG	DL	DE	DB	LG	PC	PT
VLPT	-0.26*	-0.17*	-0.04	-0.07	0.13*	-0.08	-0.04	-0.35*	0.00	-0.10	0.05
VPPT	0.23*	0.06	-0.01	0.12*	-0.06	0.14*	0.06	0.19*	0.01	0.12	0.03
IAU	0.00	-0.18*	-0.09	0.09	0.03	0.02	0.00	0.02	0.13*	0.39*	0.00
AIP	-0.04	-0.02	0.01	0.10	0.12*	0.22*	0.03	0.00	0.16*	0.05	0.08
APU	0.25*	0.01	-0.14*	0.15*	-0.03	0.14*	0.02	0.29*	0.16*	0.29*	0.11
LSM	0.27*	0.16*	0.04	0.24*	0.09	0.25*	0.08	0.25*	0.14*	0.26*	0.18*
PU	0.03	-0.06	-0.20*	0.17*	-0.24*	0.00	0.04	0.04	-0.14*	0.15*	-0.09
DP	0.23*	0.03	0.00	0.15*	0.32*	0.17*	0.07	0.13*	0.23*	0.26*	0.04
IP	-0.05	0.09	0.00	-0.04	-0.04	-0.05	0.01	0.01	-0.11	-0.19*	-0.11

* $p < 0.05$

VLPT: vista lateral de las extremidades posteriores, VPPT: vista posterior de las extremidades posteriores, IAU: inserción anterior de la ubre, AIP: altura de inserción posterior de la ubre, APU: anchura de inserción posterior de la ubre, LSM: ligamento suspensor de la ubre, PU: profundidad de la ubre, DP: diámetro de los pezones, IP: implantación de los pezones, LC: longitud de la cabeza, LR: longitud de la cara, AC: anchura de la cabeza, ALCR: alzada de la cruz, AG: anchura de la grupa, DL: diámetro longitudinal, DE: diámetro dorso esternal, DB: diámetro bicostal, LG: longitud de la grupa, PC: perímetro de la caña, PT: perímetro del tórax

LG, PC y PT; PU con ALCR y PC; y entre DP con LC, ALCR, AG, DL, DB, LG y PC ($p < 0.05$). Así mismo se encontraron patrones de relación negativa entre VLPT con LC, LR y DB; IAU con LR; APU con AC; PU con AC, AG y LG y entre IP con PC ($p < 0.05$). Por otro lado, las demás correlaciones estudiadas entre los rasgos de la ubre con los rasgos corporales no presentaron un patrón de relación significativo.

La Figura 1 muestra los resultados del análisis clúster realizado para los individuos con base a sus rasgos morfológicos corporales (A), rasgos morfológicos de la ubre (B), ambos grupos de rasgos (C) y rasgos corporales específicos como P, PC y PT, que obtuvieron una alta correlación (Cuadro 3) (D). En la Figura 1 A y B se observa que los centroides y elipses presentan solapamiento, indicador de un importante grado de homogeneidad entre individuos de diferentes gran-

jas. La distancia promedio encontrada dentro de los grupos A y B fue similar con valores de 245.8 y 249.7, respectivamente; sin embargo, la distancia entre grupos fue diferente con valores de 1448.7 y 913.3, respectivamente.

El análisis de agrupamiento entre ambos grupos de rasgos (C), mostró que la distancia promedio dentro del grupo incrementó a 525.7 y entre grupos fue mayor con un valor de 1884.5, por la inclusión de animales con diferentes medidas de peso. El análisis de rasgos corporales específicos (D) mostró que algunos grupos no presentaron solapamiento de las elipses y la distancia promedio dentro del grupo fue de 26.4 y entre grupos de 609.5. Adicionalmente, los resultados del análisis de la Figura 1 A, B y C mostraron un grado de homogeneidad importante para la población estudiada a pesar de que los individuos pertenecían a diferentes granjas.

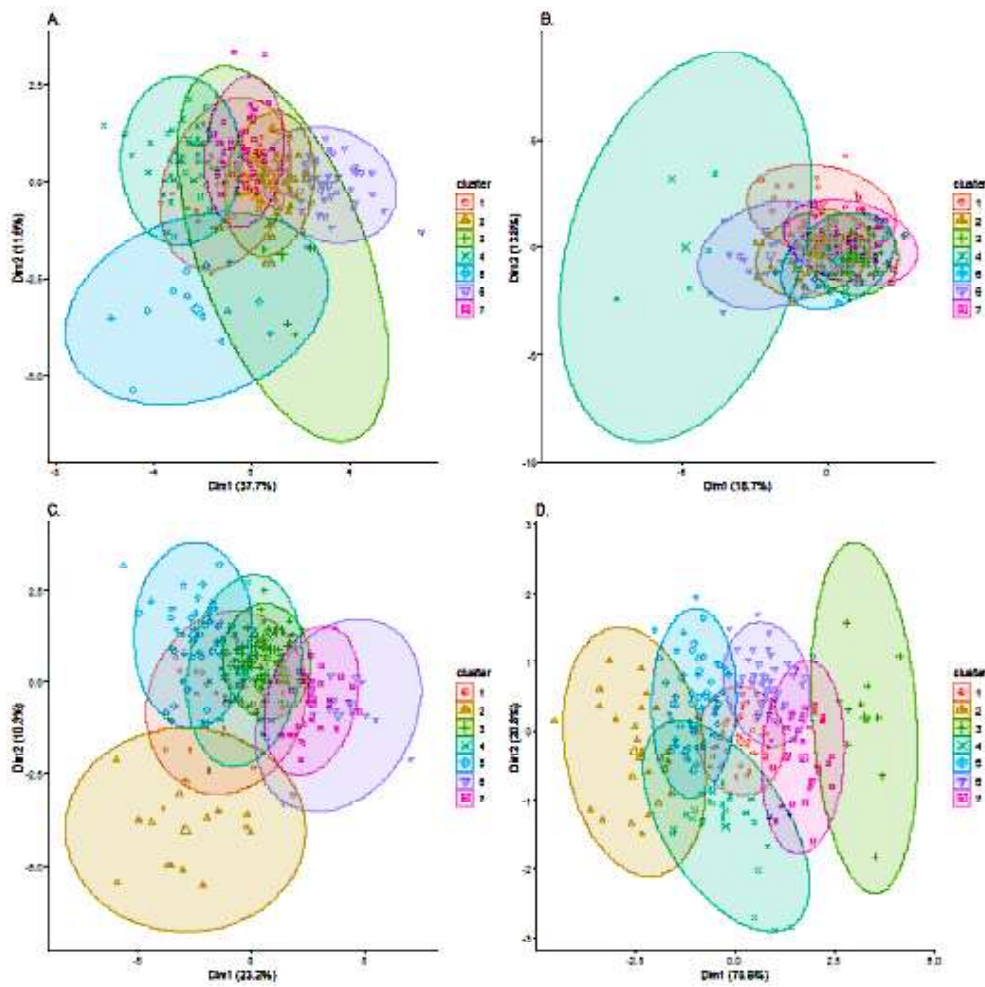


Figura 1. Escenarios explorados mediante el análisis clúster para 266 cabra criolla Motilona: A) Agrupación de individuos en base a los rasgos morfológicos corporales incluyendo el peso vivo los animales (longitud de la cabeza, longitud de la cara, anchura de la cabeza, alzada de la cruz, anchura de la grupa, diámetro longitudinal, diámetro dorso esternal, diámetro bicostal, longitud de la grupa, perímetro de la caña, perímetro del tórax). B) Agrupación de individuos en base a los rasgos morfológicos de la ubre incluyendo el peso vivo de los animales (vista lateral de las extremidades posteriores, vista posterior de las extremidades posteriores, inserción anterior de la ubre, altura de inserción posterior de la ubre, anchura de inserción posterior de la ubre, ligamento suspensor de la ubre, profundidad de la ubre, diámetro de los pezones, implantación de los pezones). C) Agrupación de individuos en base a ambos grupos de rasgos morfológicos corporales y los de la ubre. D) Agrupación de individuos en base a los rasgos corporales que presentan correlaciones altas (peso vivo, longitud de la cabeza y perímetro del tórax)

DISCUSIÓN

Estructura morfológica de la ubre

Los resultados del estudio mostraron que los rasgos morfológicos evaluados en la glándula mamaria de la cabra criolla Motilona evidencian que su estructura morfológica es apropiada para la producción de leche. De acuerdo con el sistema lineal de valoración morfológica de cabras lecheras propuesto por ADGA y con base a lo reportado en otros estudios de otras poblaciones de biotipos raciales como la Murciano-Granadina de España (Fernández *et al.*, 2020), se puede afirmar que los rasgos morfológicos IAU, PU y DP de la cabra criolla Motilona se encuentran dentro del rango óptimo de los valores determinados para la morfología de la ubre de cabras con aptitud lechera. Así también, los valores para los rasgos morfológicos corporales como AG y ALCR fueron óptimos de acuerdo con su estructura y su capacidad lechera.

En contraste, los rasgos AIP, IP, APU y LSM presentaron valores que se encuentran dentro del rango apropiado para cabras lecheras, aunque con puntuaciones inferiores a la calificación promedio, de acuerdo con la tabla de valoración morfológica descrita por Fernández *et al.* (2020). Esto indica que las medidas morfológicas de la ubre para la raza Motilona podrían ser consideradas aceptables, no siendo ideales para cabras con aptitud lechera especializada.

De acuerdo con los rasgos morfológicos de la ubre se puede afirmar que la cabra criolla Motilona presenta una estructura morfológica apropiada para la producción de leche, en concordancia con el reporte de Herrera-Cáceres y Hernández-Corredor (2021). Los resultados de dicho estudio mostraron que índices zoométricos como el índice de profundidad relativa del tórax, el pelviano transversal y el de compacidad permitieron clasificar a esta especie como una

población de estructura morfológica apropiada para la producción de leche. Asimismo, los rasgos morfológicos utilizados para el cálculo de estos índices zoométricos involucraban a los rasgos corporales AG y ALCR, los cuales se han descrito previamente como favorables para la producción de leche (Fernández *et al.*, 2020).

Relación entre rasgos morfológicos corporales y estructura de la ubre

Los valores de correlación moderados y positivos obtenidos para los rasgos corporales de la cabra criolla Motilona fueron similares a los reportados para otras poblaciones caprinas (Birhanie *et al.*, 2019; Abarca *et al.*, 2020). Con respecto a la asociación que existe entre los rasgos morfométricos corporales y los rasgos morfológicos de la ubre para la cabra criolla Motilona, el estudio mostró que la correlación existente es baja e inexistente para algunas variables (Cuadro 4).

De acuerdo con las correlaciones estimadas entre los rasgos morfológicos de la ubre (Cuadro 2), se puede afirmar que la variación en el peso vivo de los animales afecta directamente la APU y el LSM. Por lo anterior, un aumento en el peso vivo de los animales pudiera suponer también un incremento en los rasgos APU y LSM; sin embargo, puede no ser proporcional debido a que las relaciones entre estos rasgos son bajas. Esta correlación entre APU y el peso vivo ha sido reportado en otras poblaciones de caprinos, donde además se ha visto que ambos rasgos pueden presentar altas correlaciones positivas como también con la producción de leche (Upadhyay *et al.*, 2014; Thomasa *et al.*, 2019).

Por otro lado, el peso vivo puede afectar también de forma indirecta a los rasgos morfológicos (APU, LSM, VPPT, IAU, AIP y DP), dado que, los resultados de este estudio mostraron una relación directa (Cuadro 3), como también con los rasgos morfológicos de la ubre (Cuadro 4). Por lo tanto, los re-

sultados mostraron que existe un patrón de correlación positiva entre el peso vivo de los animales y los rasgos morfométricos corporales de la cabra criolla Motilona, pero no de los rasgos morfológicos de la ubre. Otros estudios realizados en otras poblaciones de cabras reportaron que el patrón de relación es bajo o nulo entre ambos grupos de rasgos morfológicos, en concordancia con lo encontrado en este estudio (Ferreira *et al.*, 2013; Thomasa *et al.*, 2019).

Los valores de correlación estimados entre los rasgos morfológicos de la ubre para la cabra criolla Motilona fueron bajos en comparación con otras poblaciones de cabras lecheras como la Serrana, que presentó una estructura morfológica más robusta (Montaldo y Martínez-Lozano, 1993). Sin embargo, en otras poblaciones de cabras estudiadas se observaron patrones de correlación similar entre los rasgos morfológicos de la ubre encontrados para la cabra criolla Motilona (Thomasa *et al.*, 2019; Margatho *et al.*, 2020). Por lo tanto, basado en estudios previos, no se evidencia con claridad la relación directa entre la estructura morfométrica corporal y la estructura morfológica de la ubre en las cabras. Esto puede ser debido a factores fisiológicos como el periodo de lactancia o de gestación en el que se encuentren los animales que influye ocasionando cambios morfológicos en la estructura de la ubre, como el aumento de tejido en la glándula mamaria y en el tamaño de los pezones (Linzell, 1966), además de problemas sanitarios como la mastitis (Montaldo y Martínez-Lozano, 1993).

Las diferencias encontradas entre los rasgos morfológicos de las poblaciones caprinas en general pueden deberse también a factores intrínsecos de los animales; es decir, a la conformación de genes de los propios individuos. Por lo tanto, la implementación de programas de mejora genética para corregir aspectos morfológicos que puedan afectar los parámetros productivos de los animales, pudiera ser una alternativa para aumentar la eficiencia de la producción de

leche. En este sentido, se ha observado que los rasgos morfométricos corporales (Wiggans y Hubbard, 2001) y los rasgos morfológicos de la ubre (Makovický *et al.*, 2015) son rasgos heredables que pudieran ser utilizados como criterios de selección para mejorar aquellos aspectos morfológicos poco favorables que afectan la producción de carne y leche. Por esta razón, la caracterización morfológica de las poblaciones caprinas desconocidas toma mayor importancia, ya que sirve para llevar a cabo planes de conservación de los recursos genéticos animales. Adicionalmente, para gestionar los recursos productivos de forma sostenible con menor impacto ambiental, de modo que puedan suplir las necesidades de proteína animal para la población humana que se encuentra en continuo crecimiento (Hoffmann y Scherf, 2010).

CONCLUSIONES

- La relación que existe entre los rasgos morfológicos de la ubre y los rasgos morfométricos corporales para la cabra criolla Motilona es baja.
- El aumento o disminución del peso vivo de los animales puede afectar de forma directa el tamaño de los rasgos corporales, pero no los de la glándula mamaria, ya que existen diversos factores fisiológicos que podrían alterar la morfología de la ubre.
- La estructura morfológica de la glándula mamaria para la cabra criolla Motilona es adecuada para la producción de leche.

LITERATURA CITADA

1. **Abarca VD, Macedo BRJ, Arredondo RV, Valencia PM, Ayala VMA, Hernández RJA. 2020.** Análisis de la morfología de la cabra mestiza de la subprovincia fisiográfica Volcanes de Colima, México. *Rev Inv Vet Perú* 31: e16935. doi: 10.15381/rivep.v31i3.16935

2. **American Dairy Goat Association. 2021.** Linear appraisal system for dairy goats. [Internet]. Disponible en: <http://adga.org/performance-programs/linear-appraisal/>
3. **Birhanie M, Alemayehu K, Mekuriaw G 2019.** Morphological characterization of goat populations in central zone of Tigray, Ethiopia. *Trop Anim Sci J* 42: 81-89. doi: 10.5398/tasj.2019.42.2.81
4. **Castellaro G, Orellana C, Escanilla JP, Ruz Y. 2020.** Características morfoestructurales de un rebaño caprino de la zona mediterránea central de Chile. *Agro Sur* 47: 19-29. doi: 10.4206/agrosur.-2019.v47n2-03
5. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2007.** Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la declaración de Interlaken. [Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/A1404S/>
6. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012.** Checklist for phenotypic characterization of sheep and goats. In: Phenotypic characterization of animal genetic resources. *Animal Production and Health Guidelines* 11: 95-105. <http://www.fao.org/3/i2686e/i2686e00.htm>
7. **Fernández AJ, León JJM, Navas GFJ, Iglesias PC, Delgado BJV. 2020.** Optimization and validation of a linear appraisal scoring system for milk production-linked zoometric traits in Murciano-Granadina dairy goats and bucks. *Appl Sci* 10: 5502. doi: 10.3390/app10165502
8. **Ferreira TA, Pereira IG, Gouveia AMG, Pires AV, Facó O, Meira CT, Garcia IF, et al. 2013.** Morphological traits and type of dairy goats registered in Brazil from 1976 to 2009. *Rev Bras Zootecn* 42: 857-861. doi: 10.1590/S1516-35982013001200004
9. **Hartigan JA, Wong MA. 1979.** Algorithm AS 136: A K-means clustering algorithm. *Appl Stat-J Roy St C* 28: 100-108. doi: 10.2307/2346830
10. **Herrera-Cáceres W, Hernández-Corredor L. 2021.** Caracterización morfológica de la cabra Motilona de Norte de Santander, Colombia. *Rev MVZ Córdoba* 27: e2149-e2149. doi: 10.21897/RMVZ.2149
11. **Herrera-Cáceres W. 2021.** DescriptiveWH: Descriptive statistics.; R package v, 1.0.3. [Internet]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/DescriptiveWH/index.html>
12. **Hoffmann I, Scherf B. 2010.** Implementing the global plan of action for animal genetic resources. *Anim Genet Resour* 47: 1-10. doi: 10.1017/S2078633-610001050
13. **Hyera E, Nguluma AS, Nziku ZC, Shirima EJM, Mashingo MSH, Lobo RNB, Getachew T, et al. 2021.** Characterization of Maasai goats in extensive production system in northern Tanzania: Description of phenotype, reproductive and productive performance. *J Agric Sci* 13: 99-110. doi: 10.5539/jas.v13n1p99
14. **Kassambara A, Mundt F. 2020.** Factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package v. 1.0.7. [Internet]. Available in: <https://ftp.cixug.es/CRAN/web/packages/factoextra/index.html>
15. **Linzell JL. 1966.** Measurement of udder volume in live goats as an index of mammary growth and function. *J Dairy Sci* 49: 307-311. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(66)87853-0
16. **Makovický P, Margetín M, Makovický P. 2015.** Genetic parameters for the linear udder traits of nine dairy ewes - short communication. *Vet Arhiv* 85: 577-582.
17. **Margatho G, Quintas H, Rodríguez-Estévez V, Simões J. 2020.** Udder morphometry and its relationship with intramammary infections and somatic

- cell count in Serrana Goats. *Animals* 10: 1534. doi: 10.3390/ani10091534
18. **Montaldo H, Martínez-Lozano FJ. 1993.** Phenotypic relationships between udder and milking characteristics, milk production and California mastitis test in goats. *Small Ruminant Res* 12: 329-337. doi: 10.1016/0921-4488(93)90068-S
 19. **Moreno MJ, Montes VD, Ucros Pórras J, Fernández QA, Cardona AJ. 2013.** Variabilidad morfoestructural de la hembra ovina de pelo criollo colombiana. *Livestock Research for Rural Development* 25(5). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd25/5/more25083.html>
 20. **Ospina O, Grajales H, Manrique CC. 2011.** Gestión del conocimiento: mayor producción y competitividad. Perspectivas para los sistemas de producción ovino-caprinos. *Rev Med Vet* 22: 95-113. doi.org/10.19052/mv.564
 21. **Peña S, López GA, Abbiati NN, Género ER, Martínez RD. 2017.** Caracterización de ovinos Criollos argentinos utilizando índices zoométricos. *Arch Zootec* 66: 263-270. doi: 10.21071/az.v66i254.2331
 22. **Pérez BI, Dorantes J.A, Sánchez QA, Gutiérrez A, Fernández N, Rodríguez M, Gómez EA, Peris C. 2013.** Características de crecimiento de cabritos Murciano-Granadinos puros y procedentes del cruce con sementales especializados cárnicos de la raza Boer Primeros resultados. En: XV Jornadas sobre Producción Animal. Zaragoza, España.
 23. **Rafter JA, Abell ML, Braselton JP. 2002.** Multiple comparison methods for means. *SIAM Rev* 44: 259-278. doi: 10.1137/S0036144501357233
 24. **Sánchez RM, Muñoz MME, Cárdenas BJM, Blanco CG. 2009.** Valoración morfológica en el ganado caprino lechero. En: Valoración morfológica de los animales domésticos. España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. p 435-476.
 25. **Shrestha JNB, Fahmy MH. 2007.** Breeding goats for meat production: 3. Selection and breeding strategies. *Small Ruminant Res* 67: 113-125. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.05.040
 26. **Thomas S, Saifudeen SM, Venkatchalapathy RT, Suraj PT. 2019.** Udder morphology and its association with milk production in Malabari, Attappaddy Black and crossbred (Sannen x Alpine x Malabari) goats of Kerala. *Pharma Innov* 8: 334-337.
 27. **Upadhyay D, Patel BHM, Kerketta S, Kaswan S, Sahu S, Bhushan B, Dutt T. 2014.** Study on udder morphology and its relationship with production parameters in local goats of Rohilkhand region of India. *Indian J Anim Res* 48: 615-619. doi: 10.5958/0976-0555.2014.00042.9
 28. **Wiggans GR, Hubbard SM. 2001.** Genetic evaluation of yield and type traits of dairy goats in the United States. *J Dairy Sci* 84: e69-e73. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70199-3