

## Medidas corporales lineales para predecir el peso vivo de cabras criollas en el noreste de México

Linear body measures to predict the live weight of creole goats in Northeastern of Mexico

Jorge Alva-Pérez<sup>1</sup>✉, Ivonne Ceballos-Olvera<sup>1</sup>✉, Gerardo N. Rosales-Martínez<sup>1</sup>✉, Gregorio Alvarez-Fuentes<sup>2</sup>✉ and Luz Y. Peña-Avelino<sup>1\*</sup>✉

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Carretera a Cd. Victoria a Mante, km 5.5 87000. Cd. Victoria, Tamaulipas. México.

<sup>2</sup> Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. De Altaír 200 Col. del Llano 78377. San Luis Potosí, San Luis Potosí. México.

### ABSTRACT

Linear body measurements (LBM) can be used to develop selection criteria for breeding animals. They are an indirect way to estimate live weight (BW) in some herbivores. The objective of this study was to obtain a formula to estimate the BW of unscaled female goats from five MCLs. Body length (CL), thoracic perimeter (TP), rump width (WG), rump height (HH), withers height (HC) and PV with scale were recorded in 206 Creole goat females from the Altiplano region (RA) and San Fernando Valley (SFVR) at Tamaulipas state. Student's t-tests for comparison of means, Pearson correlations and generalized linear models were performed to obtain multiple regressions. Goats from the RVSF presented lower LC and AC compared to those from the RA ( $P < 0.01$ ). Correlations in both districts were positive and significant. The proposed formula for PV estimation in the RA was  $(0.80 \times PT) - 29.83$  and for the RVSF  $(0.89 \times PT) - 37.30$ . No differences were observed between the live weight obtained with scale (PVB) and the estimated live weight (PVE).

**Keywords:** body trait; morphological trait; zoometry, prediction formula.

### RESUMEN

Las medidas corporales lineales (MCL) se pueden utilizar para desarrollar criterios de selección de animales de cría. Estas son una forma indirecta de estimar el peso vivo (PV) en algunos herbívoros. El objetivo de este estudio fue obtener una fórmula que permita estimar el peso vivo de hembras (PVH) caprinas sin báscula (PVH) a partir de cinco MCL. Se registró la longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT), anchura de la grupa (AG), altura de la grupa (ALG), altura de la cruz (AC) y PV con báscula (PVB) en 206 hembras caprinas criollas de la región del Altiplano (RA) y el Valle de San Fernando (RVSF) del estado de Tamaulipas. Se realizaron pruebas "t" de Student para la comparación de medias, correlaciones de Pearson y modelos lineales generalizados para obtener regresiones múltiples. Las cabras del RVSF presentaron una menor LC y AC comparada con las del RA ( $P < 0.01$ ). Las correlaciones en ambos distritos fueron positivas y significativas. La fórmula propuesta para la estimación del PVH en la RA fue  $(0.80 \times$

PT) - 29.83 y para el RVSF  $(0.89 \times PT) - 37.30$ . No se observaron diferencias entre el PVH y el peso vivo estimado (PVE).

**Palabras clave:** rasgos corporales, rasgos morfológicos, zoometría, fórmula de predicción.

### INTRODUCCIÓN

Las medidas corporales lineales (MCL) se pueden usar como indicadores del crecimiento animal (Asamoah-Boaheng y Sam, 2016). Las MCL sirven para desarrollar criterios de selección para animales de cría. Además, constituyen una forma indirecta de medir las dimensiones y estimar el peso vivo (PV) (Dorantes-Coronado *et al.*, 2015). La producción caprina en México ha estado relacionada con la pobreza extrema (Mellado, 1997). Esta se caracteriza por utilizar tecnologías limitadas o ausentes (Vázquez-Rocha *et al.*, 2019). En Tamaulipas, los sistemas de producción caprina son de tipo extensivo y tienen una dependencia, casi exclusiva, por los matorrales y pastos nativos. Al mismo tiempo, los registros productivos son casi inexistentes (Alva-Pérez *et al.*, 2019). En las unidades productivas son necesarias las estimaciones del PV para realizar buenas prácticas de manejo, por ejemplo: dosificación de medicamentos o aplicación de antiparasitarios. También es un parámetro usado en la selección de ejemplares, determinación del inicio de la pubertad y el establecimiento del precio de venta de animales, pero en la mayoría de las ocasiones dicha estimación se realiza solo de forma visual y subjetiva (Agamy *et al.*, 2015). En algunas regiones del mundo se ha propuesto la estimación del PVH caprina mediante el uso de cintas métricas, los investigadores han propuesto hasta la inclusión de nueve MCL (longitud corporal (LC), longitud torácica (LT), altura a la cruz (AC), perímetro torácico (PT), anchura de la grupa (AG), longitud de la grupa (LG), longitud de la cabeza (LCA), ancho de la cabeza (ACA), y largo de la oreja (LO) (Tsegaye, Belay and Haile, 2013; Younas *et al.*, 2013; Dorantes-Coronado *et al.*, 2015). En contraste, otros trabajos usan solo tres (LC, AC y PT) (Khan *et al.*, 2006; Moeaen-ud-Din *et al.*, 2006). El uso de las MCL representan una ventaja porque las cintas métricas son de fácil acceso, económicas, además, el manejo de los animales tiene mínima invasión y son de bajo riesgo (Chacón *et al.*, 2011; Chacón-Hernández y Boschini-Figueroa, 2017). Nuestra hipótesis fue que era

posible estimar el PVH a partir de una fórmula matemática que utilizara las MCL. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo la obtención de una fórmula que permita estimar el PV sin báscula de hembras caprinas a partir de cinco MCL, provenientes de dos zonas agroecológicas, del estado de Tamaulipas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de la investigación

Se realizó un muestreo no probabilístico de conveniencia en 16 unidades de producción caprina (UP) de las regiones del Altiplano tamaulipeco, (RA, n =107 hembras) y Valle de San Fernando, (RVSF, n = 99 hembras). El sistema de manejo de la producción caprina de Tamaulipas se caracteriza por ser de pastoreo diurno y confinamiento nocturno, no obstante, existen diferencias agroecológicas entre los distritos. Son sistemas mixtos que se caracterizan por la producción de carne (cabrito) y leche (Tabla 1) y (Figura 1).

### Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión: hembras adultas de 2 y 3 años no preñadas. Los criterios de exclusión: hembras lactantes o gestantes de la misma edad.

### Toma de medidas y PV

La determinación fue realizada a las 08:00 horas, antes de realizar el pastoreo (Yakubu *et al.*, 2011). Las MCL se obtuvieron según lo descrito por Chacón *et al.* (2011) y la FAO (2012): longitud del cuerpo (LC), perímetro torácico (PT), altura de la grupa (ALG), anchura de la grupa (AG) y altura de la cruz (AC) usando una cinta métrica flexible. La toma de datos fue realizada por la mañana (07:00 horas) antes del pastoreo en una sola ocasión por unidad productiva. El peso vivo de la hembra con báscula (PVB) se obtuvo mediante una balanza

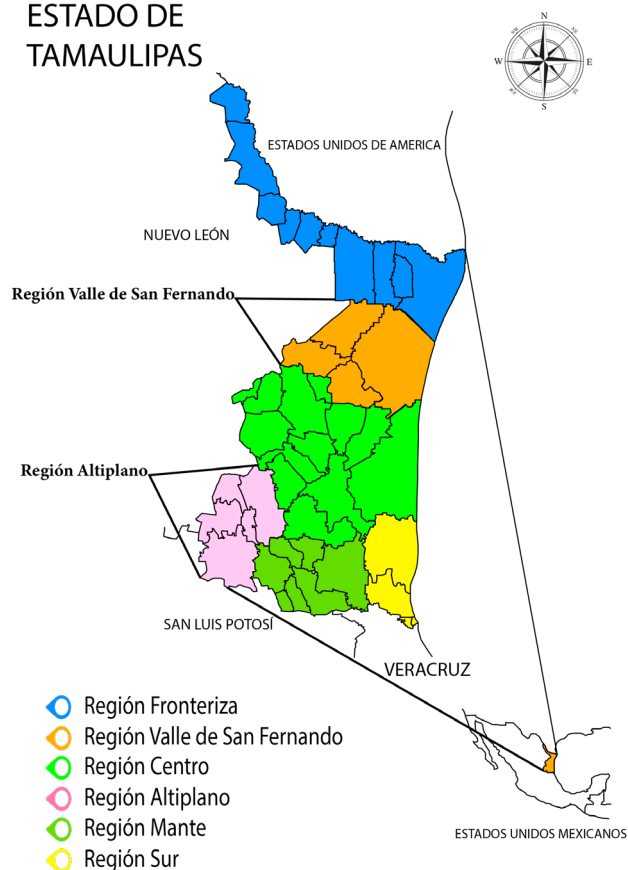
**Tabla 1.** Características climáticas, altitud sobre el nivel del mar, especies forrajeras predominantes, y número de cabras en la región del altiplano (RA) y la región del valle de San Fernando (RVSF) del estado de Tamaulipas.

**Table 1.** Climatic characteristics, altitude above sea level, predominant forage species, and number of goats at the Altiplano region (RA) and the Valle de San Fernando region (RVSF) of the Tamaulipas state.

Características	RA	RVSF
Temperatura °C	10-24	20-24
Latitud	23° 53' - 23° 04' N	25° 27'-24° 19' N
Longitud	99° 41'- 99° 10' W	98° 26'- 97° 31' W
Vegetación	Bosque (47.9%), Matorral (39%), selva (5%), pastizal (1%)	Matorral (29.5%), selva (1%), pastizal (1%)
Precipitación (mm)	400 -1100	500-800
Altitud (msnm)	300-3200	50-300
Población caprina	50,000	34,748
Cultivos mayoritarios	Ajo, avena forrajera, calabacín, cebolla, chile verde, maíz en grano, patata, pepino, sorgo en grano y tomate rojo	Frijol, sorgo de grano y trigo de grano
Especies ganaderas	Bovinos, ovinos, cerdos y aves	Bovinos, ovinos, cerdos y aves

Fuente (INEGI, 2009).

## ESTADO DE TAMAULIPAS



(Elaboración propia con fuente SRHDS, 2023)

**Figura 1.** Regiones del estado de Tamaulipas.

**Figure 1.** Regions of the state of Tamaulipas.

digital de 150 kg de capacidad y 150 g de precisión (L. Noval SA de CV, México).

### Análisis estadístico

Se realizaron pruebas "t" de Student para la comparación de medias (Herrera-Haro y García-Artiga, 2019) con el fin de comprobar si existían diferencias en las medias de PVH y MCL entre RA y RVSF. Se obtuvieron las medias, desviaciones estándar, máximos y mínimos y el coeficiente de variación (%). Además, se estimó la matriz de correlación de Pearson (PROC CORR) para el PVH y las MCL. A continuación, para obtener las ecuaciones de predicción de las variables altamente correlacionadas con el PVH, se utilizó el procedimiento de modelos lineales generalizados (PROC GLM) para obtener una regresión múltiple (PROC STEPWISE y Forward selección) con el programa Statistical Analysis System Version 9.0. Posteriormente, se compararon los valores del peso vivo por báscula (PVB) con los pesos vivos estimados (PVE), mediante el PROC TTEST.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Peso vivo

No se observó diferencia en el PVH ( $P > 0,05$ ) entre los dos distritos RA y RVSF (Tabla 2). La media del peso vivo fue de

**Tabla 2.** Medias  $\pm$  desviación estándar, valores de mínimos y máximos, y porcentaje de coeficiente de variación (CV) de cabras criollas en Tamaulipas.**Table 2.** Means  $\pm$  standard deviation, minimum and maximum values, and coefficient of variation percentage (CV) of criollo goats in Tamaulipas.

	RA	Max	Min	CV	RVSF	Max	Min	CV	EE	P-valor
PV	30.26 $\pm$ 5.9	45.62	15.3	19.82	29.95 $\pm$ 6.6	50.0	18.0	22.34	6.34	0.7263
PT	74.55 $\pm$ 5.1	85.0	60.5	6.90	74.55 $\pm$ 6.0	92.0	60.0	8.14	5.62	0.6768
AC	66.85 $\pm$ 3.7 <sup>a</sup>	75.0	54.0	5.50	64.86 $\pm$ 4.5b	75.0	55.0	7.02	4.12	0.0007
LC	62.20 $\pm$ 4.8 <sup>a</sup>	85.0	49.5	7.84	60.10 $\pm$ 4.8b	74.5	50.0	8.01	4.84	0.0021
AG	14.42 $\pm$ 1.1	18.0	11.0	8.03	14.68 $\pm$ 1.6	18.0	11.0	11.19	1.14	0.1918
ALG	66.89 $\pm$ 3.6	77.0	58.0	5.45	66.89 $\pm$ 5.0	80.0	54.5	7.47	4.35	0.9957

<sup>a,b</sup>: medias en la misma fila con diferente son diferentes a  $P < 0.05$ .

EE: error estándar; RA: Región del Altiplano; RVSF: Región del Valle de San Fernando; PVH: Peso vivo de la hembra; PT: perímetro torácico; AC: altura de la cruz; LC: longitud corporal; AG: anchura de la grupa; ALG: altura de la grupa.

30.26  $\pm$  5.9 kg. La influencia de las razas Nubia, Saanen, Boer y Toggenburg, en ambas regiones de Tamaulipas, prevalecieron sobre las condiciones agroecológicas al no observarse diferencias en el PVH (Vázquez-Rocha *et al.*, 2019). El PVH coincide con el peso reportado a nivel nacional (Dorantes *et al.*, 2015) e internacional (Khan *et al.*, 2006; Moaeen-ud-Din *et al.*, 2006). Por otra parte, se han registrado pesos más ligeros en cabras de raza Red Sokoto y West African Dwarf (WAD) de Nigeria (Okpeku *et al.*, 2011), así como en cabras Mubende, Teso y Lungware de África oriental (Semakula *et al.*, 2010) y cabras criollas (16 kg) de Venezuela (Pariacote *et al.*, 2004). En contraste, Villarreal-Arellano *et al.* (2018) observaron pesos de 48 kg en las cabras blancas pastoreñas de Oaxaca, esto fue mayor a lo reportado en esta investigación. Estas comparaciones ponen de manifiesto la diversidad del potencial de las razas sobre el peso vivo, así como diversos factores que influyen de forma decisiva: el manejo de los animales (tiempo de pastoreo, tipo de sistema de producción y salud), la actividad física (distancia a los abrevaderos, lugares de resguardo) y los factores agroecológicos (humedad, temperatura, disponibilidad de alimentos).

### Medidas Corporales Lineales

El LC y el AC fueron más bajos en los animales de RVSF que en los de RA, sin diferencias en otras MCL (Tabla 2). Los animales RA tienen un mayor AC y LC, posiblemente por la influencia de la raza Nubia, al ser animales longilíneos con menos corpulencia y robustez que las razas cárnicas. Al comparar los resultados con otros de Argentina, Brasil y México (Lanari *et al.*, 2003; Pires *et al.*, 2013; Dorantes *et al.*, 2015) los valores de AC son similares. No obstante, también hay valores inferiores en estudios realizados en Brasil, África y Pakistán (Moaeen-ud-Din *et al.*, 2006; Semakula *et al.*, 2010; Pires *et al.*, 2013). Desde el punto de vista racial, los valores de AC más altos se reportaron en la Alpina, Saanen, Toggenburg, Nubia, Boer y Drâa de Brasil (Pires *et al.*, 2013).

Los valores de LC de las cabras criollas tamaulipecas son similares a los encontrados en Etiopía e India (Hassen *et al.*, 2012; Khargharia *et al.*, 2015). Al mismo tiempo, se han encontrado valores de LC más bajos en estudios realizados en África (Pariacote *et al.*, 2004; Semakula *et al.*, 2010). Los valores fueron más altos para esta medida zoométrica en

estudios realizados en Venezuela y México (Estado de México y Oaxaca) (Pariacote *et al.*, 2004; Dorantes *et al.*, 2015) que en nuestro estudio. En general, las diferencias en la MCL pueden explicarse parcialmente por el efecto de la selección natural o artificial de la unidad de producción (Dorantes-Coronado *et al.*, 2015). Además, la genética y las condiciones ambientales en las que se desarrollan las cabras influyen en la diferenciación de los grupos de cría (Okpeku *et al.*, 2011). La disponibilidad de alimentos es otro factor que influye en la morfología de los animales y afecta la expresión del potencial productivo.

### Correlaciones

El PVH tuvo una asociación alta y positiva con las MCL ( $r = 0.81-0.50$ ,  $P < 0.0001$ ) de las cabras RA (Tabla 3). Mientras que en las cabras del RVSF, las asociaciones con el PT, AC y AG fueron medianas y positivas ( $r = 0.69-0.39$ ,  $P < 0.0001$ ) y positivas bajas para LC y ALG ( $r = 0.34-0.35$  a  $62 P < 0.01$ ). Las correlaciones MCL permiten determinar el grado de armonía morfoestructural de cada animal, es decir, la importancia del equilibrio se determina según el número de correlación obtenido (Herrera y Luque, 2009; Pares, 2015). Por lo anterior, en ambas regiones las hembras caprinas criollas tienen una alta armonía morfoestructural, pues supera el 50% del número total de correlaciones positivas significativas. En el presente estudio se observó alta asociación de PT con PVH de manera

**Tabla 3.** Matriz de correlaciones entre el peso vivo y medidas corporales lineales de las cabras criollas de RVSF (por encima de la diagonal) y RA (por debajo de la diagonal), del Estado de Tamaulipas.**Table 3.** Correlations matrix between live weight and linear body measurements of Creole goats from RVSF (above the diagonal) and RA (below the diagonal), from the Tamaulipas state.

	PVH	PT	AC	LC	AG	ALG
PVH						
PT	0.81***					
AC	0.69***	0.57***				
LC	0.43***	0.48***	0.58***			
AG	0.35**	0.36***	0.30**	0.53***		
ALG	0.39***	0.54***	0.39***	0.26**	0.63***	0.62***
	0.34**	0.48***	0.59***	0.22*	0.41***	0.50***

\* $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$  \*\*\*  $P < 0.0001$ .

RA: Región del Altiplano; RVSF: Región del Valle de San Fernando, PVH: peso vivo de la hembra; PT: perímetro torácico; AC: altura a la cruz; LC: longitud del cuerpo; AG: anchura de la grupa; ALG: altura de la grupa.

con otros trabajos realizados en México (Dorantes *et al.*, 2015; Dorantes-Coronado *et al.*, 2015), y en otros países (Okpeku *et al.*, 2011; Younas *et al.*, 2013; Agamy *et al.*, 2015). La estructura ósea, muscular y grasa contribuye a la formación del PT, que es utilizado frecuentemente para estimar el peso vivo de la cabra (Leng *et al.*, 2010; Bello and Adama, 2012) y ovejas (Mahmud, Shaba and Zubairu, 2014), y están en consonancia con los resultados de la presente investigación.

### Ecuaciones de peso vivo

El PT es la MCL que explica el modelo de regresión lineal simple en todos los modelos (Tabla 4). En RA, el coeficiente de determinación de ajuste fue  $\text{adj-R}^2 = 0.47$ , en cambio, para RVSF fue  $\text{adj-R}^2 = 0.66$  y con la selección hacia adelante fueron 0.48 y 0.74, respectivamente. Sin embargo, la inclusión de otras medidas zoométricas asociadas al peso, como el LC (Okpeku *et al.*, 2011; Agamy *et al.*, 2015; Dorantes *et al.*, 2015), AC, ALG (Semakula *et al.*, 2010; Agamy *et al.*, 2015); y AG (Okpeku *et al.*, 2011; Agamy *et al.*, 2015), incrementa la fiabilidad del modelo de predicción. Asimismo, el mejor modelo de predicción para las regiones (RA y RVSF) y el modelo general (RA+RVSF) se obtuvo utilizando la ecuación de regresión múltiple ( $\text{adj-R}^2 = 0.74$ ), que incluía PT, LC y ALG (Tabla 4). El resultado de  $R^2$  superior al 70% sugiere que los productores que no disponen de básculas para pesar a los animales pueden estimar el peso vivo de sus cabras (Dorantes-Coronado *et al.*, 2015).

Para la predicción de PVH en animales de RA, la fórmula propuesta es:  $(0.80 \times \text{PT}) - 29.83$ . Para la RVSF, la fórmula propuesta es:  $(0.89 \times \text{PT}) - 37.30$ . Al usar las fórmulas propuestas no se observaron diferencias entre los pesos vivos obtenidos por báscula y los pesos vivos estimados con fórmulas (Tabla 5). De acuerdo con nuestros resultados, Perez *et al.* (2016) encontraron que las fórmulas son un instrumento fácil para estimar el PV. Además, para obtener una fórmula más sencilla es posible el redondeo de los decimales y sustituir por números enteros (Perez *et al.*, 2016). Por lo tanto, utilizar una cinta métrica flexible, en lugar de una báscula en condiciones de campo, es el método más sencillo y práctico, pues se requiere un menor esfuerzo para inmovilizar al ganado caprino. Además, el estrés ejercido en los animales es reducido.

**Tabla 5.** Medias y diferencias entre el peso vivo con báscula (PVB) y el peso vivo estimado (PVE).

**Table 5.** Means and differences between live weight with scale (PVB) and estimated live weight (PVE).

Región	PVB		PVE			P-valor
		FL	FS1	FS2	EE	
Altiplano	30.26	29.05	29.60	29.22	4.90	0.3327
Valle de San Fernando	29.95	29.34	28.76	28.54	5.86	0.2803

<sup>a,b</sup>: medias en la misma fila con diferente son diferentes a  $P < 0.05$ ; EE: error estándar; FL: regresión lineal; FS1: Forward selección 1; FS2: Forward selección 2.

## CONCLUSIONES

Los caprinocultores del noreste de México pueden estimar el peso vivo de las cabras utilizando una cinta métrica flexible. El perímetro torácico posee una alta correlación con el peso vivo en las cabras criollas Tamaulipecas y puede ser usada para predecir el peso vivo. Otras medidas corporales lineales como la longitud del cuerpo, la altura de la grupa y la altura a la cruz fortalecen el modelo de predicción. Los modelos lineales propuestos son de fácil aplicación en campo y no causan diferencia entre el peso vivo estimado por una báscula digital y el peso vivo estimado por ecuaciones de predicción.

## Declaraciones

Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité y Consentimiento Ético de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Tamaulipas (número de referencia CBBA-03-2020) en cumplimiento de la Ley de Protección Animal promulgada por México.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente estudio expresan su agradecimiento a los productores de ganado caprino que permitieron el acceso a sus unidades de producción. Es importante mantener la vinculación entre la academia y los productores con el fin de fortalecer las innumerables actividades en el sector caprino.

**Tabla 4.** Ecuaciones de predicción por regiones: Región del altiplano (RA) y Región del Valle de San Fernando (RVSF) del estado de Tamaulipas.

**Table 4.** Prediction equations by regions: Altiplano region (RA) and Valle de San Fernando region (RVSF) of the state of Tamaulipas.

Región		Ecuación	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	SE	$R^2$	Adj- $R^2$	MSE
RA	Lineal	HG	-29.83	0.80			6.12	0.47	0.47	4.34
	Forward selección 1	HG+WH	-38.41	0.73	0.20		8.11	0.49	0.48	4.31
	Forward selección 2	HG+WH+BL	-41.74	0.70	0.18	0.12	9.11	0.50	0.48	4.30
RVSF	Lineal	HG	-37.30	0.89			4.81	0.66	0.66	3.86
	Forward selección 1	HG+BL	-44.86	0.59	0.49		4.75	0.72	0.72	3.55
	Forward selección 2	HG+BL+RH	-52.64	0.52	0.43	0.25	5.19	0.74	0.74	3.40

RA: Región del Altiplano; RVSF: Región del Valle de San Fernando;  $R^2$ : Coeficiente de determinación; Adj-  $R^2$ : adjusted; MSE: mean square error; EE: error standard; PT: perímetro torácico; AC: altura de la cruz; LC: longitud corporal; AG: anchura de la grupa; ALG: altura de la grupa.



**CONFLICTO DE INTERES**

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

**REFERENCIAS**

Agamy, R. Abdel-Moneim, A.Y., Abd-Alla, M.S., Abdel-Mageed, I.I., y Ashmawi, G.M. 2015. 'Using linear body measurements to predict body weight and carcass characteristics of three Egyptian fat-tailed sheep breeds', *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10(7): 335–344. Available at: <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.335.344>.

Alva-Pérez, J, López-Corona, L.E, Zapata-Campos, C.C., Vázquez-Villanueva, J., y Barrios-García, H.B. 2019. Condiciones productivas y zoonosanitarias de la producción caprina en el altiplano de Tamaulipas, México, *Interciencia*. 44(3): 154–160.

Asamoah-Boaheng, M. y Sam, E.K. 2016. Morphological characterization of breeds of sheep: a discriminant analysis approach, *SpringerPlus*. 5(1): 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1669-8>.

Bello, A.A. y Adama, T.Z. 2012. Studies on body weight and linear body measurements of castrates and non-castrate savannah brown goats, *Asian Journal of Animal Sciences*. 6(3): 140–146. Available at: <https://doi.org/10.3923/ajas.2012.140.146>.

Chacón-Hernández, P. y Boschini-Figueroa, C. 2017. Peso estimado en cabras con una cinta comercial de pesaje y perímetro torácico. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1): 229–236. Available at: <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21611>.

Chacón, E., Macedo, F., Velázquez, F., Paiva, S.R., Pineda, E., y McManus, C. 2011. Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40(8): 1671–1679. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800007>.

Dorantes-Coronado, E.J., Torres-Hernández, G., Hernández-Mendo, O., y Rojo-Rubio, R. 2015. Zoometric measures and their utilization in prediction of live weight of local goats in southern México, *SpringerPlus*, 4(1): 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1424-6>.

Dorantes, C. Gómez, T.G., Jasso, A.X., Mondragón, A.J., y García, H.P. 2015. Utilización de las medidas zoométricas para predecir el peso corporal en cabras criollas, en el sur del estado de México, *Actas Iberoamericanas de Coservación Animal*, 6(1): 525–534.

FAO. 2012. Phenotypic characterization of animal genetic resources, *FAO Animal Production and Health Guidelines*. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hassen, H. et al. 2012. 'Phenotypic characterization of Ethiopian indigenous goat populations', *African Journal of Biotechnology*. 11(73): 13838–13846. Available at: <https://doi.org/10.5897/ajb12.2092>.

Herrera-Haro, J. y García-Artiga, C. 2019. Bioestadística en ciencias veterinarias: Procedimientos de análisis de datos con SAS. *Texcoco, México: Diamante*.

Herrera, M. y Luque, M. 2009. Morfoestructura y sistemas para el futuro de la valoración morfológica. En C. Sañudo (ed.) *Valoración morfológica de los animales domésticos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp. 79–102.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Mexico.

[Consultado 10 mayo 2023]. Disponible en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/28/28017.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/28/28017.pdf)

Khan, H. Muhammad, F., Ahmad, R., Nawaz, G., Rahimullah y Zubair, M. 2006. Relationship of body weight with linear body measurements in goats. *Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 1(3): 51–54.

Khargharia, G. Kadirvel, G., Kumar, S., Doley, S., Bharti P.K. y Das M. 2015. Principal component analysis of morphological traits of Assam hill goat in eastern Himalayan India. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 25(5): 1251–1258.

Lanari, M.R.M.R. Taddeo, H., Domingo, E., Centeno, M.P. y Gallo L. 2003. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo goat population in Patagonia (Argentina). *Arch. Tierz Dummerstorf*, 46(4): 347–356. Available at: <https://doi.org/10.5194/aab-46-347-2003>.

Leng, J. Ren-jun Z., Guo-rong Z., Qing-ran, Y. y Hua-ming, M. 2010. Quantitative and qualitative body Traits of longling yellow goats in China. *Agricultural Sciences in China*. 9(3): 408–415. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(09\)60111-5](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60111-5).

Mahmud, M.A., Shaba, P. y Zubairu, U.Y. 2014. Live body weight estimation in small ruminants-A review, *Global Journal of Animal Scientific Research*. 2(2):102–108.

Mellado, M. 1997. La cabra criolla en América Latina. *Veterinaria México*. 28(4): 333–43.

Moaeen-ud-Din, M., Ahmad, N., Iqbal, A. y Abdullah M. 2006. Evaluation of different formulas for weight estimation in Beetal, Teddi and crossbred (Beetal X Teddi) goats', *Journal of Animal and Plant Sciences*. 16(3–4): 74–78.

Okpeku, M., Yakubu, A., Peters, S.O., Ozoje, M.O., Ikeobi, C.O.N., Adebambo, O.A. y Imumorin, I.G. 2011. Application of multivariate principal componet analysis to morphological characterization of indigenous goats in Southern Nigeria. *Acta Agriculturae Slovenica*. 98(2): 101–109. Available at: <https://doi.org/10.2478/v10014-011-0026-4>.

Pares, C.P. 2015. Body weight is an important trait for compararision of goat breeds. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 5(2): 463–466.

Pariacote, F.A., Ruiz, L., Ascencao, D.C.D., y Pimentel, C.B.X. 2004. Características morfológicas del caprino Criollo venezolano', *Archivos Latinoamericanos en Producción Animal*. 12(1):16–21.

Perez, Z.O., Ybañez, A.P., Ybañez, R.H.D., Fritz, J., y Sandoval, G.J. 2016. Body weight estimation using body measurements in goats (*Capra hircus*) under field condition', *Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 42(1): 1–7.

Pires, L.C., Machado, T.M.M., de Araújo, A.M., da Silva, J.B.L., Euclides, R.F., da Silva Costa, M, y Olson, T.A. 2013. Cluster evaluation of brazilian and moroccan goat populations using physical measurements', *Revista Brasileira de Zootecnia*. 42(10): 713–720. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013001000004>.

Semakula, J., Mutetikka, D., D. K.R. y Mpairwe, D. 2010. Variability in body morphometric measurements and their application in predicting live body weight of Mubende and small East African goat breeds in Uganda', *Middle-East Journal of Scientific Research*, 5(2): 98–105.

- SRHDS. Secretaría de Recursos Hidráulicos para el Desarrollo Social. Gobierno del Estado de Tamaulipas 2022-2028. Regiones del estado de Tamaulipas. (Consultado el 10 de febrero de 2023) Disponible en: <https://www.tamaulipas.gob.mx/recursoshidraulicos/sector-agua/regiones/>
- Tsegaye, D., Belay, B. y Haile, A. 2013. Linear body measurements as predictor of body weight in hararghe highland goats under farmers environment: Ethiopia', *Global Veterinaria*, 11(5): 649-656. Available at: <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2013.11.5.76135>.
- Vázquez-Rocha, L. Peña-Avelino, L.Y., Limas-Martínez, A.G., Lucero-Magaña, F. A. y López-Aguirre, D. 2019. Pastoreo del ganado caprino en el Altiplano de Tamaulipas', *Transversalidad Científica y Tecnológica*, 3(2):109-120.
- Villarreal-Arellano, H.R. Fuentes-Mascorro, G., Ramírez-Briebesca, J.E., Torres-Hernández, G. y Domínguez-Martínez, M. 2018. Modelo morfoestructural en la cabra criolla pastoreña de la region mixteca del estado de Oaxaca, México', *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 12(1): 155-163.
- Yakubu, A., Ladokun, A.O. y Adua, M.M. 2011. Bioprediction of body weight from zoometrical traits of non-descript goats using linear and non-linear models in north central nigeria. *Livestock Research for Rural Development*, 23(6): 130.
- Younas, U. Abdullah, M., Bhatti, J.A., Pasha, T.N., Ahmad, N., Nasir, M. y Hussain, A. 2013. Inter-relationship of body weight with linear body measurements in hissardale sheep at different stages of life. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 23(1): 40-44.