

Variabilidad morfoestructural, zoométrica y faneróptica de machos cabríos locales del norte de México

Franko Moyao-Ariza¹, Jorge Alonso Maldonado-Jáquez^{2,4,*}, Lorenzo Danilo Granados-Rivera³, Rubén Darío Martínez-Rojero¹, Glafiro Torres-Hernández⁴, Pablo Alfredo Domínguez-Martínez⁵, Yuridia Bautista-Martínez⁶ y Ricardo Alonso Sánchez-Gutiérrez⁷

¹ Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala, Guerrero, México. C.P. 40000

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400

⁴ Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Programa de Ganadería. Montecillo, Estado de México, México. C.P. 56230

⁵ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Durango, México. C.P. 34170

⁶ Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87000

⁷ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. C.P. 98500

Resumen

El objetivo fue caracterizar la variabilidad morfoestructural, zoométrica y faneróptica de machos cabríos locales del norte de México. Se utilizaron 46 machos que se manejan como sementales que cubren aproximadamente a 1670 hembras en 4 municipios de Coahuila, México. Se asignaron a tres grupos [(1) Jóvenes ($n = 9$); (2) Adultos jóvenes ($n = 20$) y (3) Adultos maduros ($n = 17$)]. Se registraron 15 variables cualitativas con 50 variantes y 20 variables cuantitativas. Se encontró un fenotipo heterogéneo, con animales de perfil cefálico convexo, sin mameas, con barba, cuernos curvados hacia atrás, cola colgante, pelo corto y liso, además tienen pigmentación en escroto, piel, pezuñas y mucosas. El patrón de capa no está definido. No se encontraron diferencias en edad, peso vivo y condición corporal entre municipios ($P > 0,05$). Se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre municipios para longitud de cuernos, diámetro de hocico, diámetro bicostal y altura al esternón. Por grupo de edad se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en ancho de cara, largo de oreja, ancho de cuello, diámetro de hocico, diámetro biscostal, longitud corporal, altura a la cruz, altura al esternón, altura de escápula, profundidad de pecho, altura sacro-lumbar, longitud de cadera, longitud de pierna y perímetro de caña. Tres componentes principales

* Autor para correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

Cita del artículo: Moyao-Ariza F, Maldonado-Jáquez JA, Granados-Rivera LD, Martínez-Rojero RD, Torres-Hernández G, Domínguez-Martínez PA, Bautista-Martínez Y, Sánchez-Gutiérrez RA (en prensa). Variabilidad morfoestructural, zoométrica y faneróptica de machos cabríos locales del norte de México. ITEA-Información Técnica Económica Agraria. Vol. xx: 1-16. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.030>

explicaron 100 % de la variabilidad entre municipios. Se concluye que los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera en México, forman parte de una población morfológica, zoométrica y faneroópticamente heterogénea con alta variabilidad intrapoblacional.

Palabras clave: Conservación, adaptación, cabras, zonas áridas, mejoramiento genético.

Morphostructural, zoometric and phaneroptic variability of local bucks from northern Mexico

Abstract

The aim was to characterize the morphostructural, zoometric and phaneroptic variability of local bucks from northern Mexico. Forty-six males that are managed to mate with approximately 1670 does were used and assigned to three groups [(1) Young (n = 9); (2) Young adults (n = 20) and (3) Mature adults (n = 17)]. Fifteen qualitative variables with fifty variants and twenty quantitative variables were recorded. A heterogeneous phenotype was found, with animals predominantly with a convex head profile, without mamelas, with beards, back curved horns, hanging tail and short and smooth hair. They have black pigmented scrotum, skin, hooves and mucous membranes. The pattern of undefined layer with variants between black, brown, white, moor, rosillo and reddish or chamoisse. No differences were found in age, live weight and body condition between municipalities ($P > 0.05$). Differences ($P < 0.05$) were observed between municipalities for length of horns, muzzle diameter, bicostal diameter, sternum height. By age group, differences were found ($P < 0.05$) in face width, ear length, neck width, muzzle diameter, biscostal diameter, body length, withers height, sternum height, scapula height, chest depth, sacro-lumbar height, hip length, leg length, and cannon bone perimeter. It is concluded that the local bucks of the Comarca Lagunera, in northern Mexico, are part of a morphological, zoometric and phaneroptically heterogeneous population with high intrapopulation variability.

Keywords: Conservation, adaptation, goats, arid zones, genetic improvement.

Introducción

El ganado caprino es una de las especies domésticas menos estudiadas, a pesar de su importancia en países en desarrollo, donde tiene un invaluable papel en el nivel de vida de la población pobre de áreas rurales (Acharya, 1992; Jembere *et al.*, 2020). En México, es mínima la información relativa a la variabilidad genética y fenotípica de las poblaciones caprinas locales (Dorantes-Coronado *et al.*, 2015). Este tipo de estudios proporciona una representación sólida de la variabilidad entre razas y brinda información útil sobre la aptitud productiva de los animales y su relación genética con las medidas corporales que han sido influidas por el ambiente en que se desarrollan, por lo que el desconocimiento de estas características deriva en modelos animales incompatibles con la producción (Bravo y

Sepúlveda, 2010; Adenaike *et al.*, 2020). Cabe señalar que la variabilidad genética en todas las especies es sumamente valiosa para asegurar que los animales puedan hacer frente a las condiciones ambientales (Ojo *et al.*, 2015). Además, la caracterización fenotípica ayuda a identificar diferencias entre poblaciones y razas, denominados ecotipos o tipos raciales, por lo que describir sus medidas corporales y características productivas es un paso esencial para el diseño de planes, estrategias y establecimiento de programas de mejoramiento genético y conservación de estos genotipos locales (Eltahir *et al.*, 2018).

En este sentido, muchas especies domésticas pueden presentar diferencias fenotípicas y genotípicas debidas a la adaptación a condiciones ambientales locales y selección artificial (Cao *et al.*, 2019). Estas diferencias se pueden observar

en el tamaño, color, forma y dimensión de los cuernos, y sus correlaciones; por ejemplo, el tamaño se relaciona con la estructura corporal, armonía y el balance de los animales, las que junto con diversas variables fisiológicas, productivas o reproductivas, actúan directamente sobre los mecanismos de adaptación al ambiente (Peters, 1983; Qanbari y Simianer, 2014). Sin embargo, para el ganado caprino del norte de México no se han llevado a cabo estudios que consideren estas variables, por lo que el objetivo del presente estudio fue caracterizar la variación faneróptica, morfoestructural y zoométrica de machos cabríos locales de la Comarca Lagunera en el norte de México, como una primera aproximación a la caracterización de las poblaciones locales que se desarrollan en esta región y que la posicionan como la principal cuenca lechera caprina bajo pastoreo en México.

Material y métodos

Todos los métodos utilizados, así como el manejo de los machos cabríos que integraron este estudio estuvieron estrictamente apegados a los lineamientos aceptados para el uso ético, cuidado y bienestar de los animales utilizados en Investigación Internacional, de acuerdo a la Federación de Sociedades de Ciencias Animales (FASS, por sus siglas en inglés: Federation of Animal Science Societies) (FASS, 2010), Academia Nacional de Medicina (NAM, por sus siglas en inglés: National Academy of Medicine) (NAM, 2011) e institucional mexicano, por parte del Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el fondo destinado a promover el desarrollo de la ciencia y tecnología en el estado de Coahuila (FONCYT) del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (COECYT), con la aprobación y seguimiento del proyecto "Tipificación de productores caprinos y diferenciación

de ecotipos en el ganado caprino local de la Comarca Lagunera de Coahuila".

El estudio se realizó en el estado de Coahuila, México, en la región conocida como Comarca Lagunera, ubicada entre las coordenadas 24° 22' Latitud Norte, y 102° 22' de Longitud Oeste, con una altura media de 1139 m.s.n.m. El clima según la clasificación de Köppen, corresponde a BWhw, que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco, la precipitación media anual es de 240 mm y la temperatura media anual a la sombra es de 25 °C, con rangos de -1 °C en invierno a 44 °C en verano (García, 2004).

Se utilizaron 46 machos cabríos locales que son manejados como sementales para aparearse con un aproximado de 1670 hembras, considerando que el tamaño promedio de los rebaños se encuentra en el orden de 38 animales por explotación. El muestreo se realizó por medio de muestreo no probabilístico, en particular, muestreo intencional o por conveniencia y muestreo de bola de nieve. Los machos se ubicaban en los municipios de San Pedro de las Colonias, Francisco I. Madero, Torreón y Viesca, Coahuila, con una edad promedio de 26 meses (rango: 7 a 72); para el estudio se consideraron machos a partir de 7 meses de edad, que es cuando los productores comienzan a utilizarlos como reproductores. Estos fueron asignados a tres grupos de acuerdo con su edad: [(1) Jóvenes, (n = 9; 10,2 ± 1,8 meses); (2) Adultos Jóvenes, (n = 20; 22,2 ± 2,7 meses) y (3) Adultos Maduros, (n = 17; 40,5 ± 4,6 meses)], para evaluar el efecto de la edad sobre la morfometría y determinar a qué edad esta no se modifica. Se registraron variables cualitativas morfo-estructurales y fanerópticas como: presencia o ausencia de mamelas, barba, cuernos, perfil cefálico (recto, cóncavo, convexo), tipo de cuernos (erectos, curvados), orientación de cuernos (hacia arriba, hacia atrás, espiral). Además, color de capa (15 variantes), patrón de capa (plano, parchado, moteado, cincho), color de piel (negro, rosa-

do, blanco), color de pezuña (negro, rosado), color de las mucosas (negro, rosado), tamaño de pelo (corto, largo), tipo de pelo (liso, rizado), pigmentación del escroto (presente o ausente). Las variables zoométricas cuantitativas que se registraron fueron: peso vivo (PV), condición corporal (CC), ancho de cara (ACa), longitud de cráneo (LCr), longitud de oreja (LOr), ancho de cuello (ACue), longitud de cuernos (LCur), diámetro de hocico (DHo), diámetro biscostal (DBi), longitud corporal (LCor), altura a la cruz (ACruz), altura al esternón (AEst), ancho de escápula (AEsc), profundidad de pecho (PPe), altura sacro-lumbar (ASL), longitud de cadera (LCd), longitud de

pierna (LPr), longitud de cola (LCola), perímetro de caña (PCñ) y diámetro testicular (DT) (Bedotti *et al.*, 2004; Dorantes-Coronado *et al.*, 2015; El Moutchou *et al.*, 2017). La condición corporal (CC) se definió de acuerdo con la escala de 1 a 4 descrita por Rivas-Muñoz *et al.* (2010). El peso vivo (PV) fue tomado en ayunas con una báscula electrónica colgante modelo BAC-300, con capacidad de 300 kg \pm 100 gr (Rhino, México). El resto de los datos fueron registrados utilizando un bastón zoométrico y cinta métrica flexible suave (Selanusa, México).

Las variables cualitativas fueron codificadas (Tabla 1), procesadas y analizadas de acuerdo con las recomendaciones de Jordana *et al.*

Tabla 1. Código numérico para las variables cualitativas en machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, México.

Table 1. Numerical code for the qualitative traits in local bucks of the Comarca Lagunera, Mexico.

Carácter	Código			
	1	2	3	4
Capa y piel				
Patrón de capa	Plano	Parchado	Moteado	Otro
Color de piel	Negro	Rosado	Blanco	
Tamaño de pelo	Corto	Largo		
Tipo de pelo	Liso	Rizado		
Pigmentación				
Escroto	Presente	Ausente		
Mucosas	Presente	Ausente		
Pezuña	Presente	Ausente		
Caracteres morfoestructurales				
Mamelas	Presente	Ausente		
Barba	Presente	Ausente		
Cuernos	Presente	Ausente		
Tipo de cuernos	Erectos	Curvados		
Orientación de cuernos	Hacia atrás	Hacia arriba	Espiral	
Perfil cefálico	Recto	Cóncavo	Convexo	
Tipo de cola	Colgante	Curveada		

(1993). Se realizó un análisis de varianza para las variables zoométricas, con la finalidad de evaluar diferencias en el crecimiento de los machos cabríos entre grupos de edad y municipios. Se verificaron supuestos, y cuando no se cumplieron, se utilizaron modelos mixtos con una matriz de errores diagonal heterogénea. Las diferencias entre medias se efectuaron a través de la prueba de Tukey (varianzas homogéneas) o Tukey-Kramer (varianzas heterogéneas). Para conocer la relación entre variables se realizó un análisis de correlación de Pearson. Se empleó la técnica multivariada de Análisis de Componentes Principales (ACP), con la finalidad de confirmar los resultados del análisis de efectos principales y disminuir la dimensionalidad de las variables consideradas. Los resultados del ACP se graficaron en un biplot que permite la representación en dos dimensiones (primera y segunda componente principal) de los municipios y las variables medidas en simultáneo. Los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2008).

Resultados

Los resultados muestran que el fenotipo de los machos cabríos de la Comarca Lagunera es heterogéneo (Tablas 2 y 3), observándose diferencias marcadas y elevados coeficientes de variación entre las características estudiadas. El fenotipo predominante corresponde a animales con morfo estructura de perfil cefálico convexo, sin mameas, con barba, cuernos curvados hacia atrás, cola colgante y pelo corto y liso. Respecto a los caracteres fanerópticos, presentan pigmentación en escroto, piel, pezuñas y mucosas. El patrón de capa no está definido, poseen color plano (un color) o parchado (dos o más colores) con variantes entre patrones de coloración. Respecto al color de capa, se encontró una amplia variedad de colores, siendo los más comunes: negro (15,2 %), negro con parche (13,0 %), blanco (19,6 %) y blanco con parche (15,2 %).

En la tabla 3 se muestra el promedio de las medidas zoométricas de los machos cabríos. Las medidas que presentaron los mayores coeficientes de variación (>20 %) fueron PV, LO, LCur, DHo, AEsc, DBi y ACue. Las variables que tuvieron la menor variación (<10 %) fueron ACruz y ASL.

En la tabla 4 se muestran los resultados para edad, PV y CC entre municipios y entre grupos. No se encontraron diferencias en edad, PV y CC entre municipios ($P > 0,05$), pero sí para PV y CC entre grupos de edad ($P < 0,05$).

Se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre municipios para LCur, DHo, DBi, y AEst, con una gran variabilidad entre individuos (tabla 5) y no se encontraron diferencias ($P > 0,05$) entre municipios para el resto de las variables.

En la tabla 6 se muestran los resultados por grupo de edad. Se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en ACa, LOr, ACue, DHo, DBi, LCor, ACruz, AEst, AEsc, PPe, ASL, LCd, LPr, PCñ. En contraste, no se detectaron diferencias entre grupos de edad ($P > 0,05$) para las variables LCra, LCur, LCola, DT. Se observó que variables como ACue, DBi, ACruz, ASL, LCD y PCñ no difieren entre los grupos de edad 2 (jóvenes-adultos) y 3 (adultos maduros), por lo que una vez que los animales llegan a una edad promedio de 22 meses, se puede considerar que han alcanzado la madurez fisiológica.

En la tabla 7 se muestra la matriz de correlación y significancia estadística de dichas relaciones. Al respecto, se observa que las variables PV, ACa, LCor, DBi, ACruz, AEst, ASL, LCd, LPr y PCñ, son las que correlacionaron en mayor magnitud y positivamente con la mayoría de las variables ($P < 0,001$ y $P < 0,0001$). En contraste, LCur únicamente se correlacionó con Edad y ACue, de la misma manera que LCola con PV y LOr ($P < 0,05$). La única variable que no se correlacionó significativamente con ninguna de las variables consideradas fue DHo, quien a su vez mostró una correlación negativa con CC, LOr y ACue ($P > 0,05$). Se observaron correlaciones negativas entre LPR con LOr, LCur con PPe y AEst con edad.

Tabla 2. Frecuencias absolutas (FA) y relativas (FR) para variables cualitativas en machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, México.

Table 2. Absolute (FA) and relative frequencies (FR) for qualitative traits in local bucks of the Comarca Lagunera, México.

Carácter	FA(n)	FR(%)	Carácter	FA(n)	FR(%)	Carácter	FA(n)	FR(%)	
Patrón de capa			Tamaño de pelo			Presencia de mameas			
Plano	23	50,0	Corto	35	76,1	Presente	9	19,6	
Parchado	20	43,5	Largo	11	23,9	Ausente	37	80,4	
Moteado	2	4,3	Tipo de pelo			Presencia de barba			
Otro	1	2,2	Liso	45	97,8	Presente	45	97,8	
Color de piel			Rizado	1	2,2	Ausente	1	2,2	
Negro	26	56,5	Pigmentación escroto			Perfil cefálico			
Rosado	17	37,0	Presente	17	37,0	Recto	2	4,3	
Blanco	3	6,5	Ausente	29	63,0	Cóncavo	8	17,4	
Pigmentación de mucosas			Pigmentación de pezuña			Convexo	36	78,3	
Presente	28	60,9	Presente	26	56,5	Orientación de cuernos			
Ausente	16	34,8	Ausente	20	43,5	Atrás	20	43,5	
Presencia de cuernos			Tipo de cola			Arriba	4	8,7	
Presente	30	65,2	Colgante	30	65,2	Espiral	6	13,0	
Ausente	16	34,8	Curvada	16	34,8	Tipo de cuernos			
							Erectos	16	34,8
							Curvados	24	52,2

El ACP de municipios y variables explicó el 100 % de la variabilidad total en los primeros 3 componentes (Tabla 8). El primer componente explicó el 44,4 % y está asociado a Edad, PV, CC, ACa, LOr, LCo, ACruz, AEst, AEsc, PPe, ASL, LCd, LPr, LCo y PCñ. El biplot de municipios y variables (Figura 1) confirma

el argumento inicial, el cual propone que los machos de la Comarca Lagunera en el norte de México pertenecen a una población faneróptica y morfológicamente heterogénea, ya que no se observa un patrón o tendencia de distribución definido entre las variables, ni entre municipios.

Tabla 3. Peso vivo y medidas corporales de machos cabríos locales en la Comarca Lagunera, México.
 Table 3. Live weight and body measurements of local bucks in the Comarca Lagunera, México.

VARIABLES (cm)	N	Media	E.E.	C.V.	Min	Max
Peso vivo (kg)	46	53,1	1,9	25,4	25,0	85,0
Condición corporal	46	2,1	0,0	14,3	1,5	2,7
Ancho de cara	46	9,4	0,2	14,3	7,0	13,0
Longitud de cráneo	46	12,1	0,3	19,1	7,0	16,5
Longitud de oreja	46	15,7	0,6	26,4	8,0	26,0
Ancho de cuello	46	43,6	1,2	19,6	20,0	64,0
Longitud de cuernos	31	33,7	2,6	42,7	9,0	60,0
Diámetro de hocico	46	24,2	1,2	33,4	17,0	72,0
Diámetro bicostal	46	24,7	0,7	19,0	15,5	39,0
Longitud corporal	46	51,6	0,8	11,1	39,5	69,0
Altura a la cruz	46	71,8	1,0	9,4	57,5	85,5
Altura al esternón	46	40,1	0,6	10,9	26,5	47,0
Ancho de escápula	46	15,3	0,5	22,9	10,0	25,0
Profundidad de pecho	46	59,5	0,9	10,8	43,5	74,5
Altura sacrolumbar	46	72,2	0,8	8,1	58,5	82,5
Longitud de cadera	46	15,3	0,3	14,5	11,0	20,0
Longitud de pierna	46	32,9	0,5	10,5	24,0	39,0
Longitud de cola	46	15,6	0,3	15,1	11,0	20,0
Perímetro de caña	46	10,6	0,2	12,9	7,5	14,0
Diámetro testicular	46	26,2	0,5	13,9	16,0	34,0

N = Número de ejemplares; E.E. = Error estándar de la media; C.V. = Coeficiente de variación; Min = Valor mínimo observado; Max = Valor máximo observado.

Tabla 4. Edad, peso vivo (PV) y puntuación de condición corporal (CC) (media \pm error estándar) de machos cabríos locales por municipio y grupo de edad en la Comarca Lagunera, México.

Table 4. Age, live weight (PV) and body condition score (CC) (mean \pm standard error) in local bucks by municipality and age group in the Comarca Lagunera, México.

Variables	N	Edad (meses)	PV (kg)	CC (1-4)
Municipio				
Torreón	7	21,5 \pm 4,3 ^a	48,8 \pm 5,0 ^a	2,0 \pm 0,1 ^a
Viesca	20	22,0 \pm 2,5 ^a	49,2 \pm 2,3 ^a	2,0 \pm 0,1 ^a
San Pedro	11	30,0 \pm 3,3 ^a	57,7 \pm 3,8 ^a	2,1 \pm 0,1 ^a
Fco. I Madero	8	34,5 \pm 5,1 ^a	59,5 \pm 5,6 ^a	2,0 \pm 0,1 ^a
Grupo de edad				
1 (Jovenes)	9	10,2 \pm 1,9 ^c	37,8 \pm 3,5 ^b	1,9 \pm 0,1 ^b
2 (Adultos jóvenes)	20	22,2 \pm 2,7 ^b	52,6 \pm 2,3 ^a	2,1 \pm 0,1 ^{ab}
3 (Adultos Maduros)	17	40,4 \pm 4,6 ^a	61,9 \pm 2,5 ^a	2,2 \pm 0,1 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Tabla 5. Media \pm error estándar para las características zoométricas de machos cabríos locales, según municipio estudiado de la Comarca Lagunera, México.

Table 5. Mean \pm standard error for zoometric traits of local bucks, according to the municipality studied in the Comarca Lagunera, México.

Municipio	LCur	DHo	DBi	AEst
Torreón	33,8 \pm 6,7 ^b	34,7 \pm 2,6 ^a	30,7 \pm 1,3 ^a	40,8 \pm 1,0 ^{ab}
San Pedro	28,0 \pm 5,6 ^b	21,0 \pm 2,0 ^b	25,6 \pm 1,0 ^{bc}	39,6 \pm 1,4 ^{ab}
Fco. I Madero	55,7 \pm 8,5 ^a	23,4 \pm 3,1 ^b	26,7 \pm 1,6 ^{ab}	35,2 \pm 2,1 ^b
Viesca	32,4 \pm 4,3 ^b	23,6 \pm 1,5 ^b	21,9 \pm 0,7 ^b	41,4 \pm 1,8 ^a

LCur = Longitud de cuernos; DHo = Diámetro de hocico; DBi = Diámetro bicostal; AEst = Altura al esternón.
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Tabla 6. Media \pm error estándar para características zoométricas, según grupo de edad, en machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, México.
 Table 6. Mean \pm standard error for zoometric traits, according to age group, in local bucks from Comarca Lagunera, México.

Variable	Grupo de edad		
	1	2	3
Ancho de cara	8,4 \pm 0,4 ^b	9,2 \pm 0,2 ^{ab}	10,2 \pm 0,3 ^a
Longitud de oreja	13,9 \pm 1,3 ^b	14,8 \pm 0,8 ^{ab}	17,6 \pm 0,9 ^a
Ancho de cuello	36,1 \pm 2,6 ^b	44,5 \pm 1,7 ^a	46,4 \pm 1,9 ^a
Diámetro de hocico	20,6 \pm 2,5 ^b	22,7 \pm 1,7 ^{ab}	28,0 \pm 1,8 ^a
Diámetro bicostal	19,1 \pm 1,2 ^b	25,0 \pm 0,8 ^a	27,3 \pm 0,9 ^a
Longitud corporal	45,6 \pm 1,5 ^c	50,9 \pm 1,0 ^b	55,4 \pm 1,1 ^a
Altura a la cruz	65,2 \pm 1,8 ^b	71,0 \pm 1,2 ^a	76,1 \pm 1,3 ^a
Altura al esternón	36,5 \pm 1,3 ^b	40,2 \pm 0,9 ^{ab}	42,0 \pm 0,9 ^b
Ancho de escápula	12,2 \pm 0,9 ^b	14,7 \pm 0,6 ^b	17,7 \pm 0,7 ^a
Profundidad de pecho	54,4 \pm 1,9 ^b	58,7 \pm 1,3 ^{ab}	63,1 \pm 1,4 ^a
Altura sacro-lumbar	65,4 \pm 1,5 ^b	72,1 \pm 1,0 ^a	75,9 \pm 1,1 ^a
Longitud de cadera	12,8 \pm 0,6 ^b	15,3 \pm 0,4 ^a	16,9 \pm 0,4 ^b
Longitud de pierna	30,9 \pm 1,1 ^b	33,2 \pm 0,8 ^{ab}	34,0 \pm 0,8 ^a
Perímetro de caña	9,3 \pm 0,4 ^b	10,7 \pm 0,3 ^a	11,4 \pm 0,3 ^a

Grupo de edad: (1) Jóvenes, (n = 9; 10,2 \pm 1,8 meses). (2) Adultos Jóvenes, (n = 20; 22,2 \pm 2,7 meses). (3) Adultos Maduros, (n = 17; 40,5 \pm 4,6 meses).

Medias con una letra común entre grupos de edad no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Tabla 7. Matriz de correlaciones fenotípicas para características zoométricas en machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, México.
 Table 7. Matrix of phenotypic correlations for zoometric traits in local bucks from Comarca Lagunera, México.

	Edad	PV	CC	ACa	LCr	LOR	ACue	LCur	DHo	DBi	LCor	ACruz	AEst	AEsc	PPe	ASL	LCd	LPr	LCola	PCñ	DT	
Edad	1																					
PV	0,52***	1																				
CC	0,06	0,59***	1																			
ACa	0,41**	0,64***	0,36*	1																		
LCr	0,15	0,44**	0,52***	0,43**	1																	
LOR	0,17	0,38*	0,33*	0,36*	0,08	1																
ACue	0,32*	0,75***	0,53***	0,41**	0,46**	0,39*	1															
LCur	0,37*	0,39*	0,14	0,08	0,18	0,08	0,62***	1														
DHo	0,16	0,09	-0,09	0,13	0,07	-0,08	-0,15	0,06	1													
DBi	0,34*	0,52***	0,30*	0,47***	0,33*	0,16	0,27	0,19	0,47***	1												
LCor	0,43**	0,74***	0,49***	0,54***	0,40*	0,33*	0,62***	0,36*	0,19	0,43**	1											
ACruz	0,22	0,67***	0,55***	0,58***	0,49***	0,38*	0,54***	0,10	0,16	0,61***	0,57***	1										
AEst	-0,01	0,54***	0,49***	0,38*	0,49***	0,32*	0,52***	-0,02	0,17	0,34*	0,59***	0,67***	1									
AEsc	0,38*	0,63***	0,42**	0,55***	0,35*	0,36*	0,52***	0,31	0,21	0,59***	0,61***	0,59***	0,50***	1								
PPe	0,19	0,54***	0,43**	0,48***	0,39*	0,39*	0,41**	-0,06	0,11	0,45**	0,45**	0,91	0,57***	0,36*	1							
ASL	0,39*	0,64***	0,38*	0,48***	0,37*	0,26	0,62***	0,35	0,21	0,54***	0,78***	0,72***	0,64***	0,63***	0,57***	1						
LCd	0,55***	0,66***	0,45**	0,49***	0,46**	0,23	0,45**	0,26	0,15	0,42**	0,6***	0,65***	0,43**	0,40*	0,57***	0,61***	1					
LPr	0,13	0,6***	0,44**	0,51***	0,44**	0,29	0,50***	0,10	-0,06	0,51***	0,52***	0,61***	0,55***	0,45**	0,53***	0,55***	0,42**	1				
LCola	0,08	0,31*	0,28	0,20	0,10	0,32*	0,25	0,22	-0,04	-0,06	0,20	0,14	0,10	0,13	0,22	0,17	0,06	0,14	1			
PCñ	0,35*	0,67***	0,48***	0,58***	0,40*	0,46**	0,59***	0,25	0,32*	0,49***	0,68***	0,64***	0,62***	0,64***	0,51***	0,73***	0,58***	0,40*	0,28	1		
DT	0,24	0,47***	0,26	0,14	0,17	0,39*	0,42**	0,40*	0,11	0,39*	0,50*	0,30*	0,36*	0,46**	0,17	0,40*	0,24	0,28	0,17	0,43**	1	

*= $P < 0,05$; **= $P < 0,001$; ***= $P < 0,0001$.

Tabla 8. Valores propios y proporción de la varianza explicada por cada componente principal (CP).
 Table 8. Eigen values and proportion of variance explained by each principal component (PC).

CP	Valor propio	Proporción explicada	Proporción acumulada
1	9,32	0,44	0,44
2	6,43	0,31	0,75
3	5,25	0,25	1,00

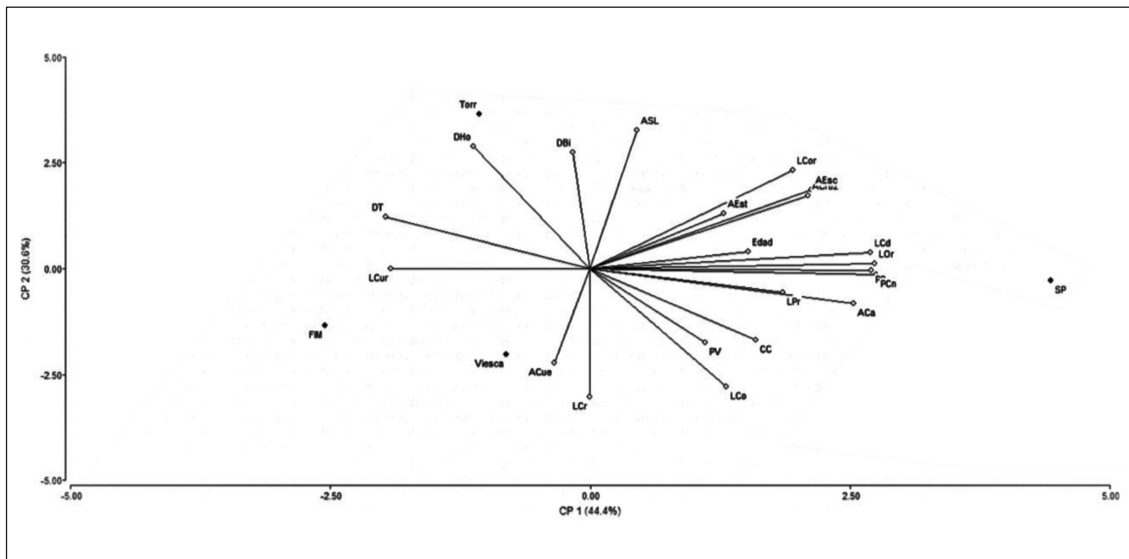


Figura 1. Biplot de componentes principales en variables morfométricas por municipio en machos cabrios locales de la Comarca Lagunera en el norte de México.
 Figure 1. Principal components biplot in morphometric traits by municipality in local bucks from Comarca Lagunera in northern México.

Discusión

Con respecto a las características fanerópticas de la población, existen reportes que indican que la coloración o pigmentación es una característica distintiva de animales que se han desarrollado en climas calurosos o desérticos (Lauvergne et al., 1982), a pesar de que se observa la influencia del cruzamiento con razas Anglo Nubia, Alpina y Saanen (IGA, 2014).

Como parte de la caracterización faneróptica en caprinos, la presencia de mameas parece no tener importancia en la definición del tipo racial, pero sí con aspectos reproductivos (Bedotti et al., 2004). Por otra parte, la presencia de cuernos es común tanto en cabras de razas puras como en animales cruzados. En este sentido, algunos de los machos cabrios locales de la Comarca Lagunera presentan cuernos en espiral, parecidos a los que se ob-

servan en cabras del norte de Marruecos (El Moutchou *et al.*, 2017), sin embargo, la orientación de estos difiere en el carácter antes mencionado.

Los rasgos encontrados y la heterogeneidad en los caracteres evaluados coinciden con lo que la literatura ha descrito como “Mosaico Lagunero”, donde no se define claramente un fenotipo o la influencia de una raza en específico (Montaldo *et al.*, 2010; Vargas, 2015). Lo anterior, pone de manifiesto la importancia de realizar este tipo de estudios en los genotipos caprinos locales, con el fin de definir el tipo racial existente en la región, para desarrollar acciones que garanticen la conservación de la variabilidad genética y la disminución de la erosión de los caracteres de adaptación de estos animales (Sánchez-Gutiérrez *et al.*, 2021).

Los resultados encontrados para la coloración de capa son de suma importancia, ya que el color de capa es fundamental para la regulación fisiológica y en consecuencia en la capacidad de adaptación (Bedada *et al.*, 2019). En los caprinos Criollos del estado de Puebla, México, predominan los pelajes simples: bayo (24,3 %), blanco (21,8 %), y colorado (19,9 %) y de capas compuestas, donde las más frecuentes fueron la berrenda y retinta (Hernández *et al.*, 2004). Las cabras indígenas del sur de la región de Óromia, Etiopía, presentan una alta frecuencia de capa plana o lisa (82 %) con un color blanco, el cual ayuda para adaptarse al entorno desértico de la región (Bedada *et al.*, 2019). Por otra parte, Fantahum *et al.* (2013) señalan que cabras de Bench Maji en el Sudoeste de Etiopía presentan un pelaje plano (49,7 %), patrón irregular (42,9 %) y manchado (7,4 %), y cabras Maefur presentan un patrón de pelaje manchado (32,3 %) y sombreado (marrón, negro y gris; 15,3 %) (Gebreyowhens y Kumar, 2017). Esta variedad de tonalidades entre razas, y entre regiones o ecosistemas, sugiere que los diferentes grupos genéticos han desarrollado mecanismos evolutivos para reali-

zar procesos de termorregulación más eficientes (Lenis-Sanin *et al.*, 2016), logrando con ello una mejor adaptación al ambiente árido y semiárido (Bedada *et al.*, 2019), situación que probablemente está relacionada de forma directa a las condiciones climáticas y geográficas propias de cada localidad.

En cuanto a las medidas zoométricas de los machos cabríos, Abarca-Vargas *et al.* (2020) señalan que las mediciones que presentan una mayor variación son caracteres que podrían aplicarse a programas de selección, con la finalidad de tratar de reducir su variabilidad, pero considerando el fin productivo del carácter a considerar. Por ejemplo, si se busca incrementar producción de leche, se requieren animales con mayor ancho de pecho y una grupa con menor ángulo de caída para dar mayor soporte a los miembros posteriores.

Descripción de la población por municipio y grupo de edad

Las tendencias coincidieron con el resultado esperado por efecto de la edad. Al respecto, los resultados obtenidos por Maldonado-Jáquez *et al.* (2018), indican que el peso corporal y el diámetro escrotal en machos cabríos locales de México incrementan con la edad, lo cual coincide con nuestros resultados y al parecer cuando los machos llegan a los 10 meses de edad, el diámetro testicular no se modifica, lo cual difiere del reporte de Akpa *et al.* (2013), quienes señalan que el incremento en edad y CC pueden resultar en aumento de tamaño corporal y testicular.

Por otra parte, se observa que algunas características fenotípicas de los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera difieren de ecotipos encontrados en el centro y sur de México, básicamente en atributos como coloración de la capa, PV y altura. A este respecto, las cabras Criollas del centro y sur de México presentan mayor PV y alzada a la cruz (Martínez-Rojero *et al.*, 2013).

Las diferencias entre municipios pueden sugerir la ocurrencia de mecanismos de adaptación a diferentes micro-ambientes; por ejemplo, en el municipio de Viesca se encontraron animales con mayor AEst, mientras que en Torreón se encontraron los ejemplares con mayor DHo y DBi, y en Francisco I. Madero el mayor LCur (Figura 1), sin embargo, los valores son muy superiores a los reportados para cabras indígenas de Etiopia (Gatew *et al.*, 2017), lo cual confirma lo que mencionan Belkhadem *et al.* (2019), quienes informan para cabras locales de Algeria un fuerte efecto de la región sobre la zoometría, en específico, sobre las variables LCor, PPe, ACruz, DBi y LOr, tal como se observó en nuestros resultados.

Los resultados por grupo de edad sugieren que algunas de las variables no se modifican por efecto de edad, una vez que el ejemplar alcanza la madurez sexual, lo que ocurre alrededor de los 10 meses de edad (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2018). Así mismo, Agga *et al.* (2011) encontraron CC similares a las registradas en el presente estudio, sin embargo, los PV que reportan en machos de las razas Afar, Boran y Woito-Guji se encuentran por debajo de los observados en los machos cabríos locales del presente estudio. Por el contrario, para las variables ACa y LO, los resultados fueron similares a los reportados para cabras locales en Algeria e Indígenas Maefur en Tigray, Etiopia (Gebreyowhens y Kumar, 2017; Benyoub *et al.*, 2018).

Resultados similares a las correlaciones observadas en nuestro estudio fueron informados por Aissaoui *et al.* (2019) para cabras Algerianas, quienes encontraron correlaciones significativas y positivas entre 17 variables. Por otra parte, Agga *et al.* (2011) señalan diferencias en las medidas corporales de machos entre razas, en donde los machos Boran presentan características corporales superiores que sus contrapartes de las razas Afar y Woito-Guji.

Respecto a los resultados del ACP, la cercanía o lejanía entre puntos indican disminución o incremento en la variabilidad y para este caso particular, la dispersión de los puntos a lo largo del biplot indican diferencias debidas a la interacción entre genotipos y el ambiente, lo cual da origen a pequeños cambios que son observables y que en conjunto constituyen el perfil fenotípico de la población (Alawiansyah *et al.*, 2020). Por otra parte, estos resultados son similares a lo que reportan Abarca-Vargas *et al.* (2020) para cabras mestizas de Colima, México, donde los dos primeros CP agruparon el 72,5 % de la variación total y concluyen que esta población es heterogénea y con alta variabilidad en sus caracteres corporales. Sin embargo, otras poblaciones locales de México presentan cierta homogeneidad, como el caso de las cabras Pastoreña de la Mixteca, donde se encontró que los dos primeros CP agruparon el 76,5 % de la variabilidad total (Villarreal-Arellano *et al.*, 2020), lo cual, sugiere que los animales de la región Mixteca se manejan en ambientes relativamente similares.

Conclusiones

La población de machos cabríos locales de la Comarca Lagunera es morfológica, zoométrica y fanerópticamente heterogénea con alta variabilidad intrapoblacional. Esto es de suma importancia, pues la variabilidad encontrada podría sugerir características particulares de adaptación biológica a las condiciones de la región y al manejo que reciben por parte de los productores, sin embargo, un análisis genético más específico deberá realizarse en el futuro para confirmar estos hallazgos.

Los resultados del presente estudio forman parte de un estudio pionero en la caracterización fenotípica de los machos cabríos de la Comarca Lagunera, en el norte de México, y puede servir como base para obtener una ca-

racterización genética más precisa de esta población. Por lo que este estudio constituye el primer paso para el establecimiento de programas para la conservación y mejoramiento de este recurso genético local, que durante años ha sido sometido a cruzamientos indiscriminados.

Agradecimientos

Se agradece al fondo destinado a promover el desarrollo de la ciencia y tecnología en el estado de Coahuila (FONCYT) del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (COECYT) por el apoyo al proyecto COAH-2019-C13-C075, intitulado "Tipificación de productores caprinos y diferenciación de ecotipos en el ganado caprino local de la Comarca Lagunera de Coahuila".

Referencias bibliográficas

- Abarca-Vargas D, Macedo-Barragán R, Arredondo-Ruiz V, Valencia-Posadas M, Ayala-Valdovinos MA, Hernández-Rivera JA (2020). Análisis de la morfología de la cabra mestiza de la sub-provincia fisiográfica Volcanes de Colima, México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 31(3): e16935. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16935>.
- Acharya RM (1992). Goat Production. V International Conference on Goat: Recent Advances on Goat Production, 2-8 marzo, New Dehli, India. pp: 49-93.
- Adenaike AS, Jegede O, Bello-Ibiyemi AA, Ikeobi CO (2020). Multifunctional discriminant analysis of morphostructural traits in Nigerian locally adapted turkeys. *Agricultura Tropica et Subtropica* 53(2): 57-62. <https://doi.org/10.2478/ats-2020-0006>.
- Agga GE, Udala U, Regassa F, Wudie A (2011). Body measurements of bucks of three goat breeds in Ethiopia and their correlation to breed, age and testicular measurements. *Small Ruminant Research* 95: 133-138. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.09.011>.
- Aissaoui M, Deghnouche K, Bedjaoui H, Boukhalfa HH (2019). Caractérisation morphologique des caprins d'une région aride du Sud-Est de l'Algérie. *Reveu de Médecine Vétérinaire* 170(7-9): 149-163.
- Akpa GN, Ambali AL, Suleiman IO (2013). Body conformation, testicular and semen characteristics as influenced by age, hair type and body condition of Red Sokoto goat. *New York Science Journal* 6(7): 44-58.
- Alawiansyah A, Kusminanto RY, Widyas N, Pramono A, Cahyadi M, Sutarno A (2020). Phenotypic diversity of five goat populations in tropical environments. *Ecology, Environment and Conservation* 26: S100-S105.
- Bedada ZE, Gilo BN, Debela GT (2019). Morphometric and physical characterization of Borana indigenous goats in Southern Oromia, Ethiopia. *Universal Journal of Agricultural Research* 7(1): 25-31. <https://doi.org/10.13189/ujar.2019.070104>.
- Bedotti D, Gómez-Castro AG, Sánchez-Rodríguez M, Martos-Peinado J (2004). Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra colorada pampeana. *Archivos de Zootecnia* 53: 261-271.
- Belkhadem S, Tefiel H, Belantar I, Chahbar M, Gaouar SBS (2019). Discriminant analysis on the morphometry of local goats breed in the western of Algeria. *Genetics and Biodiversity Journal* 3(2): 49-56.
- Benyoub K, Ameer Ameer A, Gaouar SBS (2018). Phenotypic characterization of local goats populations in Western Algerian: Morphometric measurements and milk quality. *Genetics and Biodiversity Journal* 2(1): 73-80.
- Bravo S, Sepúlveda N (2010). Índices zoométricos en ovejas criollas Araucanas. *International Journal of Morphology* 28(2): 489-495. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000200025>.
- Cao Y, Xu H, Li R, Gao S, Chen N, Luo J, Jiang Y (2019). Genetic basis of phenotypic differences between Chinese Yunling Black goats and Nubian goats revealed by allele-specific expression

- in their F1 hybrids. *Frontiers in Genetics* 10: 145. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00145>.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW (2008). *InfoStat*, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dorantes-Coronado EJ, Torres-Hernández G, Hernández-Mendo O, Rojo-Rubio R (2015). Zoometric measures and their utilization in prediction of live weight of local goats in Southern Mexico. *SpringerPlus* 4: 695. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1424-6>.
- El Moutchou N, González AM, Chentouf M, Lairini K, Rodero E (2017). Morphological differentiation of Northern Morocco goat. *Journal of Livestock Science and Technologies* 5(1): 33-41. <https://doi.org/10.22103/JLST.2017.1662>.
- Eltahir AH, Mohammed FA, Musa HH, Shuibe ES, Ahmed AA, Idris AO, Ishag IA (2018). Phenotypic characterization of western Baggara cattle (Nyalawi and Missiri) ecotypes in west Kordofan and South Darfur states, Sudan. En: *Top 10 Contributions on Molecular Biology: 2nd edition*, pp. 2-51.
- Fantahun T, Alemayehu K, Abegaz S (2013). Identification and phenotypic characterization of goat ecotypes in the Bench Maji zone, southwestern Ethiopia. *Animal Genetic Resources* 53: 19-26. <https://doi.org/10.1017/S2078633613000325>.
- FASS, Federation of Animal Science Societies (2010). *Guide for the care and use of agricultural animal an agricultural research and leaching* 3rd ed. Champaign, IL.
- García E (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Quinta edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gatew H, Hassen H, Kebede K, Haile A, Lobo RNB, Yetayew A, Rischkowsky B (2017). Husbandry practices and phenotypic characteristics of indigenous goat populations in Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 12(36): 2729-2741. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11282>.
- Gebreyowhens W, Kumar R (2017). Phenotypic characterization of indigenous Maefur goat population in Tigray, Northern Ethiopia. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 9(5): 130-145. <https://doi.org/10.5897/IJBC2016.1057>.
- Hernández ZJ, Vargas LS, Carreón LL, Reséndiz MR (2004). Identificación de los sistemas alélicos determinantes de la coloración de la capa de los caprinos criollos de Puebla (México). XIX Reunión Nacional Sobre Caprinocultura, CSAEGRO-AMPCA, 13-15 octubre, Acapulco, Gro., México.
- IGA (International Goat Association). (2014). *Scaling-up successful practices on sustainable pro-poor small ruminant development* (Ed. Duboeuf JP, Miller BA, Bhandari D, Capote J, Luginbuhl JM) Little Rock. Arkansas. USA, 436 p.
- Jembere T, Haile A, Dessie T, Kebede K, Okeyo AM, Rischkowsky B (2020). Productivity of Abergele, Central highland and Woyto-Guji goat breeds in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 32(8): 125.
- Jordana J, Ribo O, Pelegrin M (1993). Analysis of genetic relationships from morphological characters in Spanish goat breeds. *Small Ruminant Research* 12: 301-314. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(93\)90065-P](https://doi.org/10.1016/0921-4488(93)90065-P).
- Lauvergne JJ (1982). *Genética en poblaciones de animales después de la domesticación: las consecuencias para la conservación de las razas*. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 4-8 de octubre, Madrid, España. pp. 77-87.
- Lenis-Sanin Y, Zuluaga-Cabrera AM, Tarazona-Morales AM (2016). Adaptive responses to thermal stress in mammals. *Revista de Medicina Veterinaria* 31: 121-135. <https://doi.org/10.19052/mv.3715>.
- Maldonado-Jáquez JA, Granados-Rivera LD, Domínguez-Martínez PA, Pastor-López FJ, Vélez-Monroy LI, Figueroa-Viramontes U (2018). Efecto de la edad del macho cabrío en parámetros de calidad durante el proceso de criopreservación seminal. *Acta Agrícola y Pecuaria* 4(3): 92-98. <https://doi.org/10.30973/aap/2018.4.3/3>.
- Martínez-Rojero RD, Torres-Hernández G, Martínez-Hernández S (2013). Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la sierra Ma-

- dre del Sur en el Estado de Guerrero. *Nova Scientia* 6(11): 25-44. <https://doi.org/10.21640/ns.v6i11.64>.
- Montaldo HH, Torres-Hernández G, Valencia-Posadas M (2010). Goat breeding research in Mexico. *Small Ruminant Research* 89(2): 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.039>.
- NAM, National Academy of Medicine (2011). Guide for the care and use of laboratory animals. Co-produced by the National Academy of Medicine-Mexico and the Association for assessment and accreditation of laboratory animal care international (1st. Edition). DF, Mexico: Harlan Mexico. 350 pp.
- Ojo OA, Akpa GN, Orunmuyi M, Adeyinka IA (2015). Genetic differentiation among Nigerian indigenous goat populations. *Journal of Agricultural Science* 7(11): 39-47. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v7n11p39>.
- Peters RH (1983). The ecological implications of body size. New York, Cambridge University Press. 329 pp. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511608551>.
- Qanbari S, Simianer H (2014). Mapping signatures of positive selection in the genome of livestock. *Livestock Science* 166: 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.05.003>.
- Rivas-Muñoz R, Carrillo E, Rodríguez-Martínez R, Leyva C, Mellado M, Véliz FG (2010). Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Tropical Animal Health and Production* 42: 1285-1289. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9563-9>.
- Sánchez-Gutiérrez RA, Granados-Rivera LD, Salinas-González H, Maldonado-Jáquez JA, Hernández-Leal E, Cigarroa-Vázquez FA (2021). Selección preliminar de cabras Blanca Celtibérica mediante una técnica multivariada. *Zootecnia Tropical* 39: e4484416. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4484416>.
- Vargas S (2015). Caprinos criollos de México. En: Recursos Zootécnicos Criollos en México (Ed. Torres Hernández, G.), pp. 129-154. Biblioteca Básica de Agricultura. 1a edición.
- Villarreal-Arellano HR, Fuentes-Mascorro G, Ramírez-Bibriesca JE, Torres-Hernández G, Ricardide-la-Cruz C, Vargas-López S (2020). Morphostructural variability in the Pastoreña goat in different regions of the Mixteca of Mexico: A phenotypic study to establish the racial profile. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo* 52(2): 360-375.

(Aceptado para publicación el 6 de septiembre de 2021)