

Caracterización faneróptica del bovino criollo Mixteco de Oaxaca, México

Phaneroptic characterization of the criollo Mixteco cattle from Oaxaca, Mexico

López-Aguirre, R.¹ , Montiel Palacios, F.^{1*} , Severino Lendechy, V. H.² 

¹ Facultad de Medicina y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Circunvalación S/N Esq. Yáñez, Unidad Veracruzana. C.P 91710, Veracruz, Veracruz, México.

² Centro de Estudios Etnoagropecuarios. Universidad Autónoma de Chiapas. Blvd. Javier López Moreno S/N. C.P. 29264, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo: López-Aguirre, R., Montiel Palacios, F., Severino Lendechy, V. H. (2024). Phaneroptic characterization of the criollo Mixteco cattle from Oaxaca, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1630. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1630>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: January 03th 2024.

Accepted/Aceptado: April 16th 2024.

Available on line/Publicado: April 29th 2024.

RESUMEN

Los bovinos criollos Mixteco son considerados un patrimonio nacional y un recurso zoogenético con alta variabilidad genética, sin embargo, se encuentran en peligro de extinción. El objetivo fue caracterizar las variables fanerópticas de toros Criollo Mixteco de Oaxaca, México, con fines de conservación. Se evaluaron 30 toros con edad de 2.3 ± 0.8 años y 248.8 ± 27 kg de peso, localizados en el municipio de Huajuapán de León, Oaxaca. Se determinaron 20 variables fanerópticas por observación directa por el mismo técnico. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva incluyendo medidas de frecuencia. Para determinar diferencias entre conteos de la misma variable se realizó una prueba de χ^2 . De acuerdo a los resultados obtenidos, el fenotipo del bovino criollo mixteco se caracteriza por tener un perfil cefálico recto, ausencia de giba, y longitud corta de papada, prepucio y cola. Los cuernos son de tamaño mediano y en forma de lira. Las orejas son redondas y orientadas lateralmente; las pezuñas y párpados son de color negro, y tanto la tonalidad del manto, cuerno y morro presentó diversidad de colores. Se concluye que la población de bovinos criollo mixteco de Oaxaca, México, posee diversidad en sus características fanerópticas.

PALABRAS CLAVE: Faneras, Recurso zoogenético, Zoometría.

*Corresponding Author:

Felipe Montiel-Palacios. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Circunvalación S/N Esq. Yáñez, Unidad Veracruzana. C.P 91710, Veracruz, Veracruz, México. Teléfono (229) 152 1209. E-mail: fmontiel@uv.mx

ABSTRACT

Criollo Mixteco cattle are considered a national heritage and a zoogenetic resource with high genetic variability, however, they are in danger of extinction. The objective was to characterize the phaneroptic variables of criollo Mixteco bulls from Oaxaca, Mexico, for conservation purposes. Thirty bulls aged 2.3 ± 0.8 years and weighing 248.8 ± 27 kg, located in the municipality of Huajuapán de León, Oaxaca, were evaluated. Twenty phaneroptic variables were determined by direct observation by the same technician. Data were analyzed by descriptive statistics including frequency measures. To determine differences between counts of the same variable, a χ^2 test was performed. According to the results obtained, the phenotype of the criollo Mixteco cattle is characterized by a straight cephalic profile, absence of hump, and short length of dewlap, preputial sheath and tail. The horns are medium-sized and lyre-shaped. The ears are round and laterally oriented; the hooves and eyelids are black, and the coat, horn, and muzzle have a diversity of colors. It is concluded that the criollo Mixteco cattle population of Oaxaca, Mexico, possesses diversity in their phaneroptic characteristics.

KEY WORDS: Animal genetic resource, Phaneras, Zoometry.

Introducción

El bovino criollo Mixteco de Oaxaca, México, se considera un recurso zoogenético valioso por su adaptabilidad al clima cálido-seco de la región y por su rusticidad, lo que les permite sobrevivir en condiciones adversas sin la necesidad de atención especial. Además, son importantes en términos culturales para las comunidades locales, siendo una fuente de alimento y medio de subsistencia para los habitantes de la región Mixteca Oaxaqueña, y un símbolo importante de su identidad cultural (Méndez *et al.*, 2002; López-Aguirre *et al.*, 2023).

La conservación de razas criollas que viven en zonas aisladas o en ambientes difíciles son particularmente importantes, ya que estas suelen estar adaptadas a sistemas de producción de bajo insumo, tener una alta variabilidad genética y gran diversidad fenotípica (Lomillos & Alonso, 2020; Cruz-Clemente *et al.*, 2024). Estas poblaciones de ganado criollo son gestionadas por agricultores y ganaderos con una baja intensidad de selección, sin embargo, pueden estar sometidas a una elevada presión de selección natural (FAO, 2012; Sponenberg, 2018); lo que las convierte en una alternativa para la tendencia global de aumentar la producción ganadera, siendo compatibles con la conservación ambiental y la ganadería sostenible (FAO, 2012).

Desde el punto de vista de la conservación de los recursos zoogenéticos para la agricultura y la alimentación, la caracterización faneróptica representa el estudio base para el conocimiento de la diversidad fenotípica de la raza en el entorno en que habitan (Zayas *et al.*, 2012). Esta caracterización implica el desarrollo de metodologías fenotípicas con la finalidad de identificar y documentar la diversidad de las distintas razas, y determinar sus variedades de ecotipos de acuerdo al medio en que habitan y su entorno de producción, basándose en sus atributos observables (Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019). La caracterización incluye a todas las actividades y variables que se pueden llevar a cabo en el núcleo zoogenético, siendo la medición de las características fenotípicas de los animales, entrevistas con los ganaderos, y medición de algunos aspectos del entorno de producción (FAO, 2012). Los rasgos fanerópticos y morfológicos son parte importante en la formación y adaptación de estas razas al clima tropical y su resistencia o tolerancia a enfermedades. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue caracterizar las variables fanerópticas de toros Criollo Mixteco de Oaxaca, México, con fines de conservación.

Material y Métodos

Ubicación geográfica del sitio de estudio

El estudio se realizó en 10 unidades de producción (UP) bovina que pertenecen al núcleo zoogenético de la región Mixteca Oaxaqueña, en el municipio de Huajuapán de León, Oaxaca (Lat. 17°48'14" Norte y Long. 97°46'33" Oeste), a altitud de 1641 ms.n.m., con clima semicálido húmedo con lluvias en verano, temperatura promedio anual de 20 °C y precipitación anual de 736 mm (INEGI, 2022).

Características de los animales

Se seleccionaron únicamente toros con la finalidad de identificar las características fanerópticas de futuros reproductores con fines de conservación de la raza criollo Mixteco (FAO, 2012). La selección comprendió 30 toros que cumplieron con el patrón racial del criollo mexicano (Méndez *et al.*, 2002; López-Aguirre *et al.*, 2023). Se realizó un muestreo no probabilístico a conveniencia. La edad y peso promedio de los toros fue de 2.3 ± 0.8 años y 248.8 ± 27 kg. Los toros se examinaron visualmente para constatar que se encontraran libres de patologías o defectos físicos que pudieran alterar las medidas fanerópticas. Se mantuvieron bajo el manejo habitual de las UP bovina, el cual consiste en un manejo zootécnico que se realiza en dos momentos: durante la época de sequía (marzo) y en lluvias (octubre). En cada una se efectúa el marcado e identificación de las crías para su venta, y algunas actividades sanitarias, que corresponden a la vacunación contra derriengue y la administración de vitaminas del complejo B. El manejo es de tipo trashumante en territorio comunal que abarca 5,000 ha de pastos nativos, bajo un sistema de pastoreo extensivo continuo con agua a libre acceso.

Caracterización faneróptica

Las características fanerópticas se tomaron como variables cualitativas y se determinaron por observación directa por el mismo técnico, de acuerdo a las directrices propuestas por la FAO (2012), las cuales son:

- *Color del manto*: rojo, negro, hosco, berrendo en negro, berrendo en rojo;
- *Color del morro*: pigmentado, no pigmentado;
- *Color de los párpados*: pigmentado, no pigmentado;
- *Color de las pezuñas*: pigmentado, no pigmentado;
- *Presencia de cuernos*: presente, ausente;
- *Color del cuerno*: blanco con negro, blanco, negro;
- *Dirección de los cuernos*: hacia arriba, en forma de lira, horizontal;
- *Longitud del cuerno*: largo, medio, corto;
- *Brillo del pelo*: brillante, opaco;
- *Tipo de pelo*: rizado, liso;
- *Tamaño del pelo*: corto, mediano, largo;
- *Forma de la oreja*: redondeada, bordes rectos;
- *Orientación de la oreja*: erecta, lateral, caída;
- *Tamaño del prepucio*: corto, mediano, largo;
- *Giba*: presente, ausente;
- *Perfil cefálico*: recto, cóncavo, convexo;
- *Tamaño de la papada*: ausente, pequeña, mediana, grande;
- *Perfil del dorso*: recto, inclinado hacia la grupa, inclinado hacia abajo desde la cruz;
- *Prepucio*: ausente, pequeño, mediano, grande;

- **Posición de los cuernos:** procero (cuerno que nace por delante de la línea de la nuca y se dirige hacia el frente y dentro de la línea media de la cabeza), ortocero (cuerno que nace a nivel de la línea de la nuca y se dirige hacia arriba en forma casi perpendicular y generalmente se abre en forma de lira), opistocero (cuerno que nace por detrás de la línea de la nuca y se dirige hacia arriba, o puede dirigirse hacia abajo y luego volver a subir y continuar hacia atrás);
- **Longitud de la cola:** corta (por encima de los corvejones), media (alrededor de los corvejones), larga (por debajo de los corvejones).

Análisis estadístico

Las variables fanerópticas se analizaron mediante estadística descriptiva incluyendo medidas de frecuencia. Para determinar diferencias entre conteos dentro de la misma variable se realizó una prueba de Chi² (X²) individual, la cual se describe de la siguiente manera:

Ecuación 1:
$$x^2 = \sum \frac{(fo - ft)^2}{ft}$$

Donde: fo= frecuencia observada de cada variable faneróptica; ft= frecuencia esperada de la variable evaluada.

Todos los análisis se realizaron con el software Statistical Package for Social Sciences versión 19 (SPSS V.19).

Resultados y Discusión

La caracterización faneróptica de los toros criollo Mixteco de Oaxaca, México, los define como animales con perfil cefálico recto, presencia de cuernos, ausencia total de giba, y tanto las pezuñas como los párpados son de coloración negra. La longitud de la cola es corta, con borla abundante y larga, característico de bovinos que habitan en zonas tropicales donde abundan los insectos (FAO, 2012).

El prepucio es de tamaño corto y sin pliegue umbilical, tal como se describe en otras razas de bovinos criollos donde aún se conservan los caracteres *Bos taurus*, esto indica poco efecto fenotípico proporcionado por el cruzamiento con razas *Bos indicus* (Sastre et al., 2010; Villalobos-Cortés et al., 2021). Otra de las variables fenotípicas que caracteriza al ganado criollo Mixteco son las orejas, siendo éstas de forma redonda y orientadas lateralmente, tal como se expresa en criollo de Rodeo, Chinampo y Coreño (Hernández, 2012).

La presencia de papada en el toro criollo Mixteco es de tamaño corta, similar a lo descrito en diversas razas criollas adaptadas a climas tropicales, como el criollo Casanare (Sastre et al.,

2010), criollo Caqueño (Patiño-Quiroz *et al.*, 2019), criollo de Rodeo y Chinampo (Hernández, 2012), y razas autóctonas españolas como la Berrando en Colorado y Berrando en Negro (Fernández *et al.*, 2009).

Los resultados de la Tabla 1 muestran la frecuencia absoluta, relativa y valor de X² de variables fanerópticas estadísticamente significativas de toros criollo mixteco de Oaxaca, México. Para el Color del manto, la frecuencia de las pigmentaciones se describe en cinco tonalidades ($p < 0,001$), de las cuales, se observa una tendencia hacia los colores combinados (< 70 %), siendo el color berrendo en negro (53.33 %) y berrendo en rojo (16.67 %) de los más expresados. La coloración del manto es similar a lo expresado en bovinos criollos mexicanos, como el Chinampo de Baja California Sur (Espinoza *et al.*, 2009), Rodeo de Chihuahua y Coreño de Nayarit (Hernández, 2012). Es importante destacar que los bovinos criollos mencionados comparten ciertas características filogenéticas (Ginja *et al.*, 2019), lo que sugiere que el criollo Mixteco podría tener similitud genética y fenotípica con estas razas debido a su ascendencia común.

Respecto al color del cuerno, se encontró mayor presencia del color blanco en su base con negro en las puntas (56,67 %) y negro en su totalidad (36,67 %). Estos resultados son similares a lo observado en criollo Casanare (Sastre *et al.*, 2010), criollo Guaymi (Villalobos-Cortés *et al.*, 2021), criollo de Rodeo y Chinampo (Hernández, 2012). La posición del cuerno se observó en proceros en el 86.67 % (n=26) de los toros, el restante en posición ortocero (n=4; 13.33 %); similar a lo descrito en toros de Lidia (Lomillos & Alonso, 2020), y Serrana de Teruel (Vijil *et al.*, 2009). Por otra parte, el 53.33 % de los toros presentó la dirección del cuerno hacia arriba, el 36.67 % en forma de lira, y el resto horizontal.

En cuanto a la longitud del cuerno, la mayoría de los animales presentó una longitud media y alta (53.33 y 40 %, respectivamente), el resto de los toros posee una longitud corta del cuerno. Resultados similares se han descrito en toros Serrana de Teruel (Vijil *et al.*, 2009), y criollo de Rodeo (Hernández, 2012). Se ha descrito, que la forma y longitud del cuerno se asocia con la edad de la población muestreada (Parés i Casanova, 2009); en el presente estudio, fueron animales con un promedio de edad de 2.3 ± 0.8 años, por lo que se infiere que su cornamenta aún está en crecimiento.

La pigmentación del morro se apreció de color negro en el 90 % de los animales (n=27) y el restante con pigmentación parcial (n=3; 10 %). Estos colores son característicos de razas criollas mexicanas, como Rodeo y Coreño (Hernández, 2012), y autóctonas como Cárdena Andaluza, Berrenda en Colorado, Berrenda Negra, y Lidia (Fernández *et al.*, 2009). La presencia de esta característica en los animales podría ser una forma de adaptación a las condiciones adversas del clima tropical en el que habitan. En este clima, la radiación ultravioleta es intensa, lo que hace que la pigmentación de las membranas mucosas sea esencial para protegerlas de las lesiones causadas por la exposición solar (Montes *et al.*, 2013).

Respecto al brillo del pelo, en el 90 % de los individuos se refleja como brillante. Para el Tipo de pelo, el 83.33 % de los animales lo tiene liso, y el restante en forma rizada, principalmente sobre la frente y la zona del cuello. El análisis general de la población de bovinos criollos, muestra

que poseen un tamaño del pelo corto, por lo que podría estar asociado a la mutación del gen SLICK1 en el receptor de prolactina, el cual le confiere al ganado un pelaje corto y una mayor capacidad de termorregulación (Sosa *et al.*, 2022), tal como se ha identificado en otras razas criollas, como Romosinuano y criollo Limonero (Porto-Neto *et al.*, 2018). Aunado a lo anterior, se han identificado variables fenotípicas como el color de la piel y de la capa de pelo, así como el tamaño de la papada, orejas y los cuernos, como mecanismos adaptativos para la disipación del exceso de calor corporal en zonas tropicales (FAO, 2012).

Tabla 1. Frecuencia absoluta, relativa y valor de X² de variables fanerópticas de toros criollo mixteco de Oaxaca, México.

Variable faneróptica	Frecuencia absoluta (Frecuencia relativa %)	X ² (valor de p)	
Color del manto	Berrendo Negro	16 (53,33)	
	Berrendo Rojo	5 (16,67)	
	Hosco	3 (10)	21,33 (p<0,001)
	Negro	3 (10)	
	Rojo	3 (10)	
Color del cuerno	Blanco	2 (6,67)	
	Blanco y negro	17 (56,67)	11,40 (p=0,003)
	Negro	11 (36,67)	
Dirección del cuerno	Arriba	16 (53,33)	
	Horizontal	3 (10)	8,6 (p=0,013)
	Lira	11 (36,67)	
Color del morro	Negro	27 (90)	
	Pigmentado	3 (10)	19,20 (p<0,001)
Posición del cuerno	Procero	26 (86,67)	
	Ortocero	4 (13,33)	16,13 (p<0,001)
Longitud del cuerno	Corto	2 (6,67)	
	Medio	16 (53,33)	10,40 (p=0,005)
	Largo	12 (40)	
Brillo del pelo	Brillante	27 (90)	
	Opaco	3 (10)	19,20 (p<0,001)
Tipo de pelo	Liso	25 (83,33)	
	Rizado	5 (16,67)	13,33 (p<0,001)
Perfil del dorso	Inclinado hacia la cruz	6 (20)	
	Inclinado hacia la grupa	21 (70)	18,6 (p<0,001)
	Recto	3 (10)	

$p < 0,05$ muestra diferencia estadística.

El perfil del dorso del toro criollo Mixteco se caracteriza en su mayoría por ser inclinado hacia la grupa (70 %), típico de razas ambientales sin selección humana y de ambientes escarpados (Parés i Casanova, 2009), tal como se expresa en criollo de Rodeo, Chinampo y Coreño (Hernández, 2012).

Una vez que se ha caracterizado fenotípicamente al toro criollo Mixteco de Oaxaca, México, se abre la oportunidad para futuras investigaciones, tanto estudios reproductivos para preservar la raza mediante la creación de bancos de germoplasma, como estudios productivos y de genética molecular, ya que la combinación de rasgos fenotípicos junto con la información genómica proporcionaría una visión global de las características productivas y reproductivas del bovino criollo Mixteco de Oaxaca, México.

Conclusiones

La raza bovina Criollo Mixteco de Oaxaca, México, se caracteriza por su perfil cefálico recto, uniformidad en la pigmentación de mucosas, pezuñas y su cornamenta en forma de lira, así como diversidad fenotípica en los colores del manto; siendo estos rasgos fanerópticos similares a las razas criollas mexicanas y autóctonas ibéricas. Se recomiendan estudios filogenéticos moleculares y genómicos para determinar la variabilidad genética de la raza y su posterior uso como recurso zoogenético.

Contribución de los autores

“Conceptualización del trabajo, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; desarrollo de la metodología, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; manejo de software, R.L.A.; validación experimental, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; análisis de resultados, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; Manejo de datos, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; escritura y preparación del manuscrito, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; redacción, revisión y edición, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.; administrador de proyectos, F.M.P., V.H.S.L.; adquisición de fondos, R.L.A., F.M.P., V.H.S.L.

“Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.”

Financiamiento

Esta investigación fue financiada con fondos propios.

Declaraciones éticas

La Comisión de Bioética y Bienestar Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana aprobó los procedimientos experimentales que se

utilizaron en los animales del presente estudio (No. 009/21), mismos que cumplen con lo establecido en la NOM-062-ZOO-1999.

Agradecimientos

A los ganaderos del municipio de Huajuapán de León, Oaxaca, por su disposición, colaboración y apoyo mostrado en todo momento para el desarrollo del estudio, y de manera particular al MVZ. Víctor Hernández Núñez, por sus atenciones y apoyo incondicional.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Aguirre-Riofrio, E. L., Abad-Guamán, R. M., & Uchuari-Pauta, M. L. (2019). Morphometric evaluation of phenotypic groups of creole cattle of southern Ecuador. *Diversity*, 11(12), 221. <https://doi.org/10.3390/d11120221>
- Cruz-Clemente, G. J., Estrada-León, R. J., Sierra-Vásquez, A. C., Severino-Lendecky, V. H., Piñeiro-Vázquez, A. T., Bojórquez-Cat, J. C. (2024). El bovino criollo de Nunkiní, Campeche, México un recurso zoogenético en riesgo. *Agronomía Mesoamericana*, 35, 54368. <https://doi.org/10.15517/am.2024.54368>
- Espinoza, V. J. L., Guevara, F. J. A., & Palacios, E. A. (2009). Caracterización morfométrica y faneróptica del bovino criollo Chinampo de México. *Archivos de Zootecnia*. 58(222), 277-279. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49515286012.pdf>
- Fernández, M., Gómez, M., Delgado, J. V., Adán, S., & Jiménez, M. (2009). Guía de campo de las razas autóctonas españolas. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/1.1%20Gu%C3%ADa%20de%20campo%20de%20las%20razas%20aut%C3%B3ctonas%20espa%C3%B1olas._tcm30-120392.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2012). Phenotypic characterization of animal genetic resources. Ed. FAO Animal Production and Health Guidelines. <https://www.fao.org/3/i2686e/i2686e00.htm>
- Ginja, C., Gama, L. T., Cortés, O., Burriel, I. M., Vega-Pla, J. L., Penedo, C., Sponenberg, P., Cañón, J., Sanz, A., do Egito, A. A., Alvarez, L. A., Giovambattista, G., Agha, S., Rogberg-Muñoz, A., Lara, M. A. C., BioBovis Consortium, Delgado, J. V., & Martínez, A. (2019). The genetic ancestry of American Creole cattle inferred from uniparental and autosomal genetic markers. *Scientific Re-ports*, 9(1), 11486. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47636-0>
- Hernández, S. R. (2012). Tipificación del ganado criollo mexicano de los estados de Chihuahua, Baja California, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Nayarit. Ed. SAGARPA.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2022). Ubicación geográfica, condiciones

- climáticas y orográficas. INEGI: México. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=200390001>
- Lomillos, J. M., & Alonso, M. E. (2020). Morphometric Characterization of the Lidia Cattle Breed. *Animals*, 10(7), 1180. <https://doi.org/10.3390/ani10071180>
- López-Aguirre, R., Montiel-Palacios, F., Carrasco-García, A. A., Ahuja-Aguirre, C., López de Buen, L., & Severino-Lendechy, V. H. (2023). Morphometric characterization and zoometric indices of the criollo mixteco cattle from Oaxaca, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 10, e1387. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1387>
- Méndez, M. M., Serrano, P. J., Ávila, B. R., Rosas, G. M., & Méndez, P. N. (2002). Caracterización morfológica del bovino criollo mixteco. *Archivos de Zootecnia*, 51(194), 217-221. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519425>
- Montes, V. D., Moreno, M. J., Hurtado-Lugo, N., Ramírez, U. R., Celis, E. A., & Garay, O. G. (2013). Caracterización faneróptica y morfológica de la hembra ovina de pelo criollo (Camura) colombiana, en la sub región Sabanas y Golfo de Morrosquillo, departamento de Sucre. *Revista Colombiana de ciencia Animal*, 5(1), 104-115. <https://doi.org/10.24188/recia.v5.n1.2013.475>
- Parés i Casanova, P. M. (2009). Zoometría. En: Sociedad Española de Zootecnólogos, Valoración morfológica de los animales domésticos (pp 167-198). Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/LIBRO%20valoracion%20morfolologica%20SEZ_tcm30-119157.pdf
- Patiño-Quiroz, B. E., Velásquez-Restrepo, J. E., Ocaña-Martínez, H. E., & Baldrich-Romero, N. E. (2019). Identificación de la raza criollo Caqueteño mediante el estudio de las características fanerópticas. *Revista FAGROPEC*, 11(1), 23-32. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v11n1a3>
- Porto-Neto, L. R., Bickhart, D. M., Landaeta-Hernandez, A. J., Utsunomiya, Y. T., Pagan, M., Jimenez, E., Hansen, P. J., Dikmen, S., Schroeder, S. G., Kim, E. S., Sun, J., Crespo, E., Amati, N., Cole, J. B., Null, D. J., Garcia, J. F., Reverter, A., Barendse, W., & Sonstegard, T. S. (2018). Convergent Evolution of Slick Coat in Cattle through Truncation Mutations in the Prolactin Receptor. *Frontiers in Genetic*, 9, 57. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00057>
- Sastre, H. J., Rodero, E., Rodero, A., Herrera, M., & Peña, F. (2010). Caracterización etnológica y propuesta del estándar para la raza bovina colombiana Criolla Casanare. *Animal Genetic Resources*, 46, 73-79. doi:10.1017/S207863361000072X
- Sponenberg, D. P. (2018). Fundamentos de la conservación de razas iberoamericanas. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 12, 59-69. https://s59b6fdfe9e4460e7.jimcontent.com/download/version/1580214720/module/17711662925/name/AICA2018Ecuador_Trabajo015.pdf
- Sosa, F., Santos, J. E. P., Rae, D. O., Larson, C. C., Macchietto, M., Abrahante, J. E., Amaral, T. F., Denicol, A. C., Sonstegard, T. S., & Hansen, P. J. (2022). Effects of the SLICK1 mutation in PRLR on regulation of core body temperature and global gene expression in liver in cattle. *Animal*, 16(5), 100523. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100523>
- Statistical Package for Social Sciences [SPSS]. Inc. Released 2010. IBM-SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Chicago: SPSS Inc. <https://www.ibm.com/spss>
- Vijil, E., Picot, A., Hernández, M., Pastor, F., Quintín, F., Sevilla, E., Abril, F., & Sanz, A. (2009). La raza bovina Serrana de Teruel: caracterización faneróptica, morfológica y morfoestructural. *Archivos de Zootecnia*, 58(1), 517-520. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49515040010.pdf>

- Villalobos-Cortés, A., Carbonó, M., Rodríguez, A., Arosemena, E., & Jaén, M. (2021). Phenotypic characterization of the Guaymi breed in conservation centers of Panama. *African Journal of Agricultural Research*, 17(6), 907-915. <https://doi.org/10.5897/AJAR2021.15495>
- Zayas, A., Núñez, L., Castro, L., Ramírez, L., Duré, R. D., León, D., Oka Obara, A., & Pereira, W. E. (2012). Categorización morfométrica de las orejas de bovinos Pampa Chaqueño de Paraguay. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, 119-122. https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo068_AICA2012.pdf