

## Caracterización morfométrica e índices zoométricos del bovino criollo mixteco de Oaxaca, México.

## Morphometric characterization and zoometric indices of the criollo mixteco cattle from Oaxaca, Mexico.

López Aguirre, R.<sup>1</sup> , Montiel Palacios, F.<sup>1</sup> , Carrasco García A.A.<sup>1</sup> , Ahuja-Aguirre, C.<sup>1</sup> ,  
López de Buen, L.<sup>1</sup> , Severino Lendecky, V.H.<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Circunvalación S/N Esq.

Yáñez. C.P. 91710, Veracruz, Ver., México.

<sup>2</sup> 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., Carrasco García A. A., Ahuja-Aguirre, C., López de Buen, L., Severino Lendecky, V. H. (2023). Morphometric characterization and zoometric indices of the criollo mixteco cattle from Oaxaca, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 10 e1387. *Revista Bio Ciencias*, 10 e1387. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1387>

### Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: June 07<sup>th</sup> 2022.

Accepted/Aceptado: November 14<sup>th</sup> 2022.

Available on line/Publicado: January 10<sup>th</sup> 2023.

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue caracterizar morfométricamente y estimar los índices zoométricos de toros criollo mixteco de Oaxaca, México. Se evaluaron 30 toros (2.3 ± 0.8 años de edad y 248.8 ± 27 kg de peso). Se determinaron 10 medidas morfométricas y con éstas se calcularon 10 índices zoométricos: cefálico, torácico, corporal, corporal lateral, de anamorfosis, pelviano, dátilo-torácico, dátilo-costal, pelviano transversal y pelviano longitudinal. Las medidas morfométricas mostraron rango de variación entre 7.4 % (altura a la cruz) y 29.3 % (anchura bicostal del tórax), y el coeficiente de variación promedio fue 13 %. El coeficiente de correlación general indicó 66.6 % de homogeneidad fenotípica. Hubo correlación positiva ( $p < 0.05$ ) entre el peso vivo y 90.9 % de variables morfométricas, siendo el perímetro torácico la variable con mayor correlación ( $r = 0.778$ ). Los índices obtenidos describieron a los toros criollo mixteco como un biotipo dolicocefalo (índice cefálico 48.5 ± 4.2), de cuerpo brevilineo (índice corporal 79.9 ± 7.8) y proporciones torácicas longilíneas (índice torácico 72.74 ± 22.12, índice de anamorfosis 2.1 ± 0.2), con aptitud para el doble propósito pero tendencia a producción de carne (índice corporal lateral 94.4 ± 9.0, índice dátilo-torácico 11.0 ± 0.5, índice dátilo-costal 46.6 ± 12.8, índice pelviano transversal 32.1 ± 1.6, índice pelviano longitudinal 37.9 ± 2.4), y con volumen corporal en armonía con el desarrollo óseo (índice pelviano 84.8 ± 4.5, índice dátilo-torácico 11.0 ± 0.5, índice dátilo-costal 46.6 ± 12.8). En conclusión, los toros criollo mixteco de Oaxaca presentaron un biotipo dolicocefalo, de cuerpo brevilineo y proporciones torácicas longilíneas, con aptitud para el doble propósito y tendencia a producción de carne, con volumen corporal en armonía con el desarrollo óseo y proporcionalidad morfoestructural.

**PALABRAS CLAVE:** Recurso zoogenético, Bovinos criollos, Zoometría.

### \*Corresponding Author:

Victor Hugo Severino Lendecky. Centro de Estudios Etnoagropecuarios. Universidad Autónoma de Chiapas. Blvd. Javier López Moreno S/N. C.P. 29264, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Phone: (52) 9163487114. E-mail: [vseverino@hotmail.com](mailto:vseverino@hotmail.com)

---

## ABSTRACT

---

The objective of the study was to characterize morphometrically and to estimate the zoometric indices of criollo Mixteco bulls from Oaxaca, Mexico. Thirty bulls ( $2.3 \pm 0.8$  years of age and  $248.8 \pm 27$  kg of weight) were evaluated. Ten morphometric measurements were determined and from them 10 zoometric indices were calculated: cephalic, thoracic, corporal, lateral corporal, anamorphosis, pelvic, dactyl-thoracic, dactyl-costal, transverse pelvic, and longitudinal pelvic. The morphometric measurements showed a range of variation between 7.4 % (height at the withers) and 29.3 % (thoracic bicostal width), and the average coefficient of variation was 13 %. The general correlation coefficient indicated 66.6 % of phenotypic homogeneity. There was a positive correlation ( $p < 0.05$ ) between the live weight and 90.9 % of morphometric variables, the thoracic perimeter being the variable with the highest correlation ( $r = 0.778$ ). The indices obtained described the criollo Mixteco cattle as a dolichocephalic (cephalic index  $48.5 \pm 4.2$ ) and brevilinear (corporal index  $79.9 \pm 7.8$ ) biotype, with longilinear thoracic proportions (thoracic index  $72.74 \pm 22.12$ , anamorphosis index  $2.1 \pm 0.2$ ), and with aptitude for the dual purpose but with tendency for meat production (lateral corporal index  $94.4 \pm 9.0$ , dactyl-thoracic index  $11.0 \pm 0.5$ , dactyl-costal index  $46.6 \pm 12.8$ , transverse pelvic index  $32.1 \pm 1.6$ , longitudinal pelvic index  $37.9 \pm 2.4$ ), and with body volume in harmony with skeleton development (pelvic index  $84.8 \pm 4.5$ , dactyl-thoracic index  $11.0 \pm 0.5$ , dactyl-costal index  $46.6 \pm 12.8$ ). In conclusion, the criollo Mixteco bulls had a dolichocephalic, brevilinear biotype, longilinear thoracic proportions, with aptitude for the dual purpose but tendency for meat production, body volume in harmony with skeleton development, and morphostructural proportionality.

---

**KEY WORDS :** Animal genetic resource, Criollo cattle, Zoometry.

---

## Introducción

Los bovinos criollos mexicanos descienden de los bovinos (*Bos taurus*) que llegaron al continente americano provenientes de la Península Ibérica durante la llegada de los españoles entre 1493 y 1521 (De Alba, 2011). Tras el paso de 500 años estos animales colonizaron las diferentes regiones agroecológicas de América (Villalobos-Cortés *et al.*, 2009), adaptándose a diversos ecosistemas como resultado de selección natural, y desarrollando resistencia a enfermedades y a fluctuaciones en la cantidad y calidad de los forrajes (Landi & Quiroz, 2011). Sin embargo, aunque en el pasado este recurso genético formó la base de la actividad ganadera, en la actualidad estos bovinos se consideran en peligro de extinción porque los ganaderos que conservan y utilizan estas razas son pocos, en su mayoría de etnia indígena y ubicados en zonas montañosas y selváticas de difícil acceso, lo que limita su capacitación para mejorar el manejo productivo de los animales y su selección para un fin zootécnico específico (Perezgrovas-Garza & de la Torre-Sánchez, 2015).

En ciertas regiones de los estados de Oaxaca, Guerrero y Puebla aún se localizan núcleos aislados de bovinos criollos, principalmente en zonas montañosas y semidesérticas, donde se ha desarrollado una raza de bovino conocida como criollo mixteco, el cual es criado en su mayoría por grupos de personas indígenas bajo sistemas rústicos de producción silvopastoril extensiva (Méndez *et al.*, 2002). Generalmente este ganado se usa para la producción de terneros destetados para la engorda y abasto de carne. No obstante, el sistema productivo empleado por estos productores, que es extensivo y sin restricción territorial, ha provocado disminución de la población de este recurso zoogenético porque expone a los pocos individuos de ganado criollo a cruza indiscriminada y sin control con ejemplares de otras razas *Bos taurus* y *Bos indicus* como Brahman, Nelore, Angus, Beefmaster, Simmental y Simbrah, que deambulan sueltos por el mismo territorio porque son propiedad de productores vecinos que también los manejan de forma extensiva (Severino-Lendecky *et al.*, 2021). Esta situación genera pérdida del material genético y disminución de la población pura del bovino criollo mixteco.

La conservación de los recursos zoogenéticos requiere de su caracterización (Landi & Quiroz, 2011). La caracterización morfométrica establece patrones raciales a partir de diversas medidas corporales, analiza las relaciones entre individuos y evalúa la armonía del modelo morfoestructural (Martínez-López *et al.*, 2014; Parés i Casanova, 2009). Por lo tanto, es básica para el conocimiento técnico y científico de nuevas razas de animales y constituye el primer paso hacia su conservación y protección (Contreras *et al.*, 2012).

Por otro lado, a partir de las medidas corporales utilizadas para la caracterización morfométrica se generan índices zoométricos que se emplean para determinar un biotipo específico o fin zootécnico del animal (carne, leche o doble propósito), que permita obtener cierta rentabilidad productiva (Contreras *et al.*, 2011; Landi & Quiroz, 2011).

En la literatura existe únicamente un estudio en ganado criollo mixteco que describe variables morfométricas, pero no sus índices zoométricos ni su fin zootécnico (Méndez *et al.*, 2002). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar las variables morfométricas y los índices zoométricos de toros criollo mixteco de Oaxaca para conocer el grado de armonía morfoestructural entre sus individuos, sus caracteres etnológicos y su biotipo específico.

## Material y Métodos

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, mismos que cumplen con lo establecido en la NOM-062-ZOO-1999.

### Ubicación geográfica del sitio de estudio

El estudio se realizó en 10 unidades de producción (UP) bovina ubicadas en el municipio de Huajuapán de León (Lat. 17°48'14" Norte y Long. 97°46'33" Oeste), en el estado de Oaxaca, México, a altitud de 1641 msnm, 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 30 toros que cumplieron con el patrón racial del criollo mexicano (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2009; Méndez *et al.*, 2002), pertenecientes a 10 UP del municipio de Huajuapán de León, Oaxaca, mediante un muestreo a conveniencia. La edad y peso promedio de los toros fue de  $2.3 \pm 0.8$  años y  $248.8 \pm 27$  kg. Los toros se examinaron visualmente para constatar que se encontraran libres de patologías o defectos físicos que pudieran alterar las medidas morfométricas. Se mantuvieron bajo el manejo habitual de las UP con respecto a sanidad y alimentación, ésta última pastoreo extensivo continuo.

### **Caracterización morfométrica**

En cada toro se midieron 10 variables morfométricas en centímetros usando el estándar morfométrico del criollo mixteco propuesto por Méndez *et al.* (2002). Las variables medidas fueron: ancho de cabeza (ACa), longitud de cabeza (LCa), longitud corporal (LCo), alzada a la cruz (ACr), perímetro torácico (PTx), alzada dorso-esternal (ADE), anchura bicostal del tórax (ABTx), longitud de grupa (LGr), ancho de grupa (AGr) y perímetro de la caña (PC) (Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019; Méndez *et al.*, 2002). Para obtener las medidas de longitud, anchura, altura y perímetro se utilizó una cinta métrica y bastones zoométricos. Para facilitar la toma de medidas, los toros fueron manejados en manga para inmovilizarlos. El peso vivo de los animales se determinó con una báscula portátil con capacidad de 500 kg (FSK-Basic, A and A Scales, EUA) y la edad se calculó mediante la cronología dentaria (Casas *et al.*, 2001).

### **Índices zoométricos**

Los índices zoométricos son relaciones entre variables morfológicas cuantitativas y se han establecido como patrones para definir los diferentes tipos o razas en que se pueden clasificar los animales y su fin zootécnico (producción de leche, carne o doble propósito) (Contreras *et al.*, 2011; Parés i Casanova, 2007, 2009; Salamanca & Crosby, 2013a). Los índices zoométricos se calculan a partir de las variables morfométricas. Los más empleados son (Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019; Contreras *et al.*, 2011; 2012; Fernández *et al.*, 2007; Parés i Casanova, 2007; 2009; Rodríguez *et al.*, 2001; Salamanca & Crosby, 2013a,b):

1) Índice cefálico (ICEF): mide la proporcionalidad de la cabeza del animal. Clasifica a los animales en dolicocefalos (índice  $<75.9$ ; cabeza larga y delgada), braquicefalos (índice  $>81$ ; cabeza corta y ancha) y mesocéfalos (índice entre 76 y 81; proporción facial aparentemente simétrica, es decir, la proporción facial de la cabeza es aparentemente igual a su ancho).

2) Índice torácico (IT): refleja las variaciones en la forma del tórax; a mayor valor (más circular) corresponde a ganado cárnico, y a menor valor (más elíptico) a ganado lechero. Las razas mediolíneas tienen un IT entre 86 y 88, las brevílíneas  $\geq 89$  y las longilíneas  $\leq 85$ .

3) Índice corporal (ICO): clasifica a los animales en brevilineos ( $\leq 85$ ), mesolineos (86-88) o longilineos ( $\geq 90$ ).

4) Índice corporal lateral (ICL): indica si un animal es más alto que largo o viceversa; a menor valor el animal se aproxima a un rectángulo, que es la forma predominante en los bovinos de aptitud cárnica.

5) Índice de anamorfosis (IA): relaciona el perímetro torácico con la alzada a la cruz y proporciona indicios de la aptitud cárnica del animal; a medida que disminuye el índice se considera al animal alto de patas, más liviano y sugiere una tendencia a la producción de carne magra, mientras que un aumento del índice indica la tendencia a la producción de grasa. Es decir, en bovinos si este valor es alto (4.0 y 5.0) corresponde a un animal productor de carne, y si es bajo (2.5 y 3.0) corresponde a un animal con tendencia a producir más leche que carne.

6) Índice pelviano (IP): indica la relación entre anchura y longitud de pelvis, lo que refleja una pelvis proporcionalmente más ancha que larga o viceversa. A mayor valor indica una pelvis más ancha que larga, lo que se observa en un animal más cárnico que lechero.

7) Índice dáctilo-torácico (IDT) y 8) dáctilo-costal (IDC): proporcionan una idea del grado de finura del esqueleto, siendo su valor mayor en los bovinos cárnicos que en los lecheros.

9) Índice pelviano transversal (IPT): relaciona el desarrollo de la grupa con el tamaño corporal; cuanto más excede de 33 se considera como animales cárnicos.

10) Índice pelviano longitudinal (IPL): relaciona la longitud de la grupa con la alzada a la cruz, indicando que a mayor valor el animal tiene mayor tamaño; un valor mayor de 37 es indicativo de bovinos cárnicos.

En este estudio, a partir de las variables morfométricas se determinaron 10 índices zoométricos que proporcionaron información sobre los caracteres etnológicos y la aptitud productiva (lechera y cárnica) de los animales. Para esto se utilizaron las fórmulas descritas por Parés i Casanova (2009) y Aguirre-Riofrio *et al.* (2019) (Tabla 1).

## **Análisis estadístico**

Las variables morfométricas e índices zoométricos se analizaron mediante estadística descriptiva incluyendo media, desviación estándar (SD), valor mínimo (Mín), valor máximo (Máx) y coeficiente de variación (CV). Las medidas morfométricas se correlacionaron mediante correlación lineal simple ( $r$ ) para determinar el grado de asociación entre las variables. Todos los análisis se hicieron con el software Statistical Package for Social Sciences versión 19 (SPSS V.19).

**Tabla 1. Fórmulas para calcular los índices zoométricos de bovinos y tipo de información que proporcionan.**

| Información            | Índice                      | Fórmula   |
|------------------------|-----------------------------|---|
| Caracteres etnológicos | Cefálico (ICE)              | $ICE = (\text{ancho de la cabeza}/\text{longitud de la cabeza}) \times 100$   |
|                        | Torácico (ITO)              | $ITO = (\text{anchura bicostal}/\text{alzada dorso-esternal}) \times 100$     |
|                        | Corporal (ICO)              | $ICO = (\text{longitud corporal}/\text{perímetro torácico}) \times 100$       |
|                        | Corporal lateral (ICL)      | $ICL = (\text{alzada a la cruz}/\text{longitud corporal}) \times 100$         |
|                        | Anamorfosis (IAN)           | $IAN = \text{perímetro torácico}^2/(\text{alzada a la cruz} \times 100)$      |
|                        | Pelviano (IPE)              | $IPE = (\text{ancho de grupa}/\text{longitud de grupa}) \times 100$           |
| Aptitud lechera        | Dáctilo torácico (IDT)      | $IDT = (\text{perímetro de caña}/\text{perímetro torácico}) \times 100$       |
|                        | Dáctilo costal (IDC)        | $IDC = (\text{perímetro de caña}/\text{Ancho bicostal del tórax}) \times 100$ |
| Aptitud cárnica        | Pelviano transversal (IPT)  | $IPT = (\text{ancho de grupa}/\text{alzada la cruz}) \times 100$              |
|                        | Pelviano longitudinal (IPL) | $IPL = (\text{longitud de la grupa}/\text{alzada a la cruz}) \times 100$      |

Fuente: Parés i Casanova (2009) y Aguirre-Riofrio *et al.* (2019).

## Resultados y Discusión

### Medidas morfométricas

Las medidas morfométricas obtenidas en el criollo mixteco de Oaxaca (Tabla 2) dieron una aproximación general de las características físicas de los animales, mostrando un rango de variación entre 7.4 % (ACr) y 29.3 % (ABTx) (Tabla 2), siendo el coeficiente de variación promedio de 13 %. Esto difiere de lo reportado en criollo limonero de Venezuela, en el que las medidas evaluadas mostraron baja variabilidad, siendo 3.3 % para alzada a la cruz y 10.8 % para perímetro de cadera, con CV promedio de 6.6 % (Contreras *et al.*, 2012). Por otro lado, en bovinos criollos argentinos se reportó rango de variabilidad de 3.7 % para altura a la grupa y 13.4 % para ancho de cabeza, con CV promedio de 7.7 % (Martínez *et al.*, 2007). Estas diferencias en el rango de variabilidad y CV se pueden atribuir a la poca selección genética que tienen los toros

criollo mixteco de Oaxaca. No obstante, de acuerdo con el peso y tamaño se determinó que esta raza es eumétrica (peso medio y tamaño chico a medio), y por su morfología regional (cabeza, tronco, grupa y extremidades) es de proporciones mediolíneas.

Las medidas morfométricas de ACa y LCa del criollo mixteco de Oaxaca fueron similares a las reportadas en criollo lojano (ACa  $21 \pm 0.3$ , LCa  $46 \pm 0.6$ ; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019), pero diferentes a las obtenidas en criollo limonero (ACa 26.7, LCa 49.08; Contreras *et al.*, 2012) y blanco orejinegro (ACa  $49.0 \pm 1.3$ , LCa  $50 \pm 2.4$ ; Rojas-Jiménez *et al.*, 2014). La importancia de esta región corporal radica en que permite establecer diferencias existentes en los estudios comparativos por sexo dentro de la raza y entre razas (Contreras *et al.*, 2012). Por su parte, los caracteres etnológicos aportados por la cabeza son muy útiles porque no están influenciados por factores ambientales y de manejo, permitiendo establecer características particulares de cada raza (Parés i Casanova, 2009).

**Tabla 2. Variables morfométricas en toros criollo mixteco de Oaxaca.**

| Variable (cm)                     | Media $\pm$ SD   | Mín. | Máx. | CV (%) |
|-----------------------------------|------------------|------|------|--------|
| Ancho de cabeza (ACa)             | $21.9 \pm 5.1$   | 17   | 45   | 23.3   |
| Longitud de cabeza (LCa)          | $45.2 \pm 3.4$   | 17   | 45   | 7.6    |
| Longitud corporal (LCo)           | $123.6 \pm 15.1$ | 95   | 153  | 12.2   |
| Alzada a la cruz (ACr)            | $115.7 \pm 8.6$  | 101  | 130  | 7.4    |
| Perímetro torácico (PTx)          | $154.8 \pm 14.8$ | 130  | 183  | 9.6    |
| Alzada dorso-esternal (ADE)       | $56.1 \pm 8.4$   | 39   | 70   | 14.9   |
| Anchura bicostal del tórax (ABTx) | $38.9 \pm 11.4$  | 24   | 59   | 29.3   |
| Longitud de grupa (LGr)           | $43.8 \pm 3.4$   | 38   | 51   | 7.8    |
| Ancho de grupa (AGr)              | $37.2 \pm 5.9$   | 30   | 56   | 15.8   |
| Perímetro de la caña (PC)         | $17.1 \pm 1.5$   | 15   | 21   | 9.1    |

SD = desviación estándar. CV = coeficiente de variación.

Los toros criollo mixteco de Oaxaca presentaron LCo corta, menor que la de otros criollos como el limonero de Venezuela (LCo 132.04; Contreras *et al.*, 2012), el chinampo de México (LCo 128; Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2009) y el lojano de Ecuador (LCo 179; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019). Además, por su ACr el criollo mixteco de Oaxaca se considera de talla pequeña, similar al criollo de Surinam (ACr 112.70; Tjon A San & Molina-Flores, 2016) y al criollo lojano (ACr 111; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019), pero es más pequeño que otros criollos como el blanco orejinegro (ACr 122; Rojas-Jiménez *et al.*, 2014), el limonero (ACr 126.65; Contreras *et al.*, 2012) y el de Manabí (ACr 131.90; Cevallos-Falquez *et al.*, 2016).

El PTx del criollo mixteco de Oaxaca fue similar a los reportados en criollo lojano (PTx 151; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019) y Casanare (PTx 156; Salamanca & Crosby, 2013b), pero mayor al de

los criollos chinampo (PTx 137; Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2009) y de Surinam (PTx 142; Tjon A San & Molina-Flores, 2016). La ADE y ABTx fueron similares a las obtenidas en criollo lojano (ADE 59, ABTx 35; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019), y menores que las del criollo de Puno (ADE 67, ABTx 53; Rojas-Espinoza & Gómez-Urviola, 2005) y el de Santa Elena (ADE 62.5 y ABTx 42.2; Cabezas-Congo *et al.*, 2019). La LGr y el AGr fueron similares a los registrados en los criollos lojano (LGr 43, AGr 39; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019), de Santa Elena (LGr 43, AGr 39.1; Cabezas-Congo *et al.*, 2019) y de Puno (LGr 47, AGr 39.1; Rojas-Espinoza & Gómez-Urviola, 2005). El PC fue similar al reportado en criollo lojano ( $16 \pm 0.3$ ; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019) y menor al del criollo de Santa Elena ( $19.29 \pm 3.70$ ; Cabezas-Congo *et al.*, 2019).

Las diferencias encontradas entre variables morfométricas pueden ser atribuidas a factores ambientales y de manejo que pueden influir en el tamaño, crecimiento y conformación física del animal (Contreras *et al.*, 2011; Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2009), lo que está relacionado con el fin zootécnico de cada raza (leche, carne o doble propósito) (Contreras *et al.*, 2011; Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2009; González-Stagnaro & De la Fuente-Martínez, 2012; González-Stagnaro *et al.*, 2006). No obstante, la morfometría de los toros criollo mixteco indicó que son animales bien adaptados a su entorno, donde existen condiciones climáticas, orográficas y de alimentación adversas.

### **Armonía del modelo morfométrico**

Las variables morfométricas obtenidas en este estudio dieron una aproximación de las características fenotípicas del criollo mixteco de Oaxaca. Sin embargo, para generar un modelo morfométrico armónico de la raza fue necesario someter tales variables a un análisis de correlación lineal simple para determinar el grado de asociación entre las medidas morfométricas. Cuando en un grupo de animales o razas más del 50 % de las variables están correlacionadas, corresponde a un modelo morfométrico armónico; cuando 25 a 50 % de las variables están correlacionadas se define como un modelo medianamente armónico, mientras que cuando sólo están correlacionadas menos del 25 % de las variables corresponde a un modelo poco armónico (Contreras *et al.*, 2011; Rojas-Jiménez *et al.*, 2014).

Para el análisis de las variables morfométricas obtenidas en este estudio se utilizó la metodología propuesta por Herrera *et al.* (1996) y Rojas-Jiménez *et al.* (2014), realizando el análisis de correlación simple entre las variables estudiadas (Tabla 3). Se observó que en el 66.6 % de los casos existió correlación ( $p < 0.05$ ) entre las diferentes variables morfométricas, lo cual fue superior a lo reportado en criollo de Santa Elena (55.2 %; Cabezas-Congo *et al.*, 2019), similar al criollo limonero de Venezuela (61.5 %; Contreras *et al.*, 2011), pero inferior a otras razas criollas como el pampa chaqueño (75.7 %; Martínez-López *et al.*, 2014) y el blanco orejinegro (88.2 %; Rojas-Jiménez *et al.*, 2014). El porcentaje de correlaciones dentro de cada población, así como las diferencias o similitudes de correlación entre las variables analizadas, son indicativos de la variabilidad subyacente entre poblaciones, lo cual es de esperarse en este tipo de poblaciones que históricamente han sido manejadas genéticamente por productores que utilizan criterios diferentes, donde pueden existir o no programas de mejoramiento genético y/o reproductivos adecuados, así como criterios para selección de rasgos de raza, además del

uso de toros de otras razas (Cabezas-Congo *et al.*, 2019; Severino-Lendecky *et al.*, 2021). No obstante, independientemente de las diferencias o similitudes, los toros criollo mixteco de Oaxaca presentaron armonía y proporcionalidad en su modelo morfoestructural.

En este estudio se observó correlación positiva ( $p < 0.05$ ) entre el peso vivo y el 90.9 % de las características morfológicas (Tabla 3), siendo el PTx la variable que tuvo mayor correlación ( $r = 0.778$ ) con el peso. No obstante, los valores obtenidos fueron menores a los reportados en criollo limonero ( $r = 0.93$ ; Contreras *et al.*, 2012), Lucerna ( $r = 0.94$ ; Mahecha *et al.*, 2002) y ganado mestizo ( $r = 0.94$ ; Khalil & Vaccaro, 2002). De acuerdo con Mahecha *et al.* (2002), aunque la mayoría de las variaciones en el peso corporal modifican el perfil morfométrico del animal, lo que se refleja en el cambio del PTx, el peso vivo puede ser estimado casi con exactitud a partir de esta medida morfométrica, misma que es un indicador del crecimiento, adaptabilidad y eficiencia alimenticia en el bovino.

Los resultados del presente estudio indican que los porcentajes de correlación entre estas variables morfológicas pueden verse modificados por el manejo genético de los hatos que causa que conserven o pierdan las características de una determinada raza, así como que la medida corporal del PTx podría ser utilizada para estimar el peso vivo de los animales.

### Índices zoométricos

Los índices estudiados en general mostraron un rango de variación entre 4.4 % (IDT) y 41.2 % (IT) (Tabla 4), siendo el índice torácico el menos homogéneo. No obstante, el CV promedio fue 12.8 %. Por lo tanto, estos datos permitieron definir a los toros criollo mixteco de Oaxaca como un biotipo dolicocefalo (ICEF  $48.5 \pm 4.2$ ) y cuerpo brevilíneo (ICO  $79.9 \pm 7.8$ ), con aptitud para el doble propósito pero con tendencia a la producción de carne (ICL  $94.4 \pm 9.0$ , IDT  $11.0 \pm 0.5$ , IDC  $46.6 \pm 12.8$ , IPT  $32.1 \pm 1.6$ , IPL  $37.9 \pm 2.4$ ), con proporciones torácicas longilíneas (IT  $72.7 \pm 22.1$ , IA  $2.1 \pm 0.2$ ) y con volumen corporal en armonía con el desarrollo óseo (IP  $84.8 \pm 4.5$ , IDT  $11.0 \pm 0.5$ , IDC  $46.6 \pm 12.8$ ) (Tabla 4, Fotografía 1 y 2).

El ICEF ( $48.5 \pm 4.2$ ) de los toros criollo mixteco de Oaxaca es indicativo de un animal con cabeza estrecha, similar a lo reportado en criollo Casanare ( $40.0 \pm 4.8$ ; Salamanca & Crosby, 2013a) e inferior al reportado en criollo limonero ( $54.5 \pm 4.2$ ; Contreras *et al.*, 2012). Sin embargo, entran en la clasificación de animales dolicocefalos, ya que predominó la longitud de la cabeza con relación al ancho de la misma.

El IT de los toros de este estudio ( $72.7 \pm 22.1$ ) fue similar al registrado en criollo de Santa Elena (74.3; Cabezas-Congo *et al.*, 2019), pero mayor al de bovinos Holstein (62.0; Rodríguez *et al.*, 2001), criollo barroso-Salmeco (61.6; Jáuregui *et al.*, 2014) y criollo lojano (59.6; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019), e inferior al de bovinos Hereford (93.0; Rodríguez *et al.*, 2001). Este índice refleja las variaciones en la forma del tórax; un valor mayor (más circular) es indicativo de ganado productor de carne, mientras que un valor menor (más elíptico) es indicativo de ganado lechero. Por lo tanto, según este índice el toro criollo mixteco de Oaxaca podría considerarse como un bovino cárnico de conformación torácica longilínea y ligeramente elíptico.

**Tabla 3. Correlaciones fenotípicas (r) entre el peso y las variables morfométricas de toros criollo mixteco de Oaxaca, con valores de p.**

|      | LCa      | ACa    | LCo      | ACr       | ABTx      | PTx       | ADE       | LGr       | AGr       | PC        |
|------|----------|--------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso | 0.456(*) | 0.299* | 0.403(*) | 0.418(*)  | 0.580(**) | 0.778**   | 0.083     | 0.459**   | 0.470**   | 0.491**   |
| p    | 0.022    | 0.030  | 0.046    | 0.038     | 0.002     | 0.000     | 0.694     | 0.001     | 0.001     | 0.000     |
| LCa  | 1        | 0.207  | 0.311    | 0.239     | 0.210     | 0.332     | 0.337     | -0.004    | 0.306     | 0.286     |
| p    |          | 0.321  | 0.131    | 0.249     | 0.314     | 0.104     | 0.099     | 0.984     | 0.137     | 0.166     |
| ACa  |          | 1      | 0.225    | 0.371     | 0.059     | 0.357     | 0.333     | 0.224     | 0.081     | 0.161     |
| p    |          |        | 0.279    | 0.068     | 0.778     | 0.080     | 0.103     | 0.282     | 0.699     | 0.441     |
| LCo  |          |        | 1        | 0.604(**) | 0.429(*)  | 0.618(**) | 0.441(*)  | 0.552(**) | 0.711(**) | 0.586(**) |
| p    |          |        |          | 0.001     | 0.033     | 0.001     | 0.027     | 0.004     | 0.000     | 0.002     |
| ACr  |          |        |          | 1         | 0.750(**) | 0.845(**) | 0.633(**) | 0.633(**) | 0.570(**) | 0.692(**) |
| p    |          |        |          |           | 0.000     | 0.000     | 0.001     | 0.001     | 0.003     | 0.000     |
| ABTx |          |        |          |           | 1         | 0.426(*)  | -0.480(*) | 0.610(**) | 0.557(**) | 0.433(*)  |
| p    |          |        |          |           |           | 0.034     | 0.015     | 0.001     | 0.004     | 0.031     |
| PTx  |          |        |          |           |           | 1         | 0.525(**) | 0.628(**) | 0.687(**) | 0.720(**) |
| p    |          |        |          |           |           |           | 0.007     | 0.001     | 0.000     | 0.000     |
| ADE  |          |        |          |           |           |           | 1         | 0.169     | 0.425(*)  | 0.641(**) |
| p    |          |        |          |           |           |           |           | 0.421     | 0.034     | 0.001     |
| LGr  |          |        |          |           |           |           |           | 1         | 0.638(**) | 0.748(**) |
| p    |          |        |          |           |           |           |           |           | 0.001     | 0.000     |
| AGr  |          |        |          |           |           |           |           |           | 1         | 0.653(**) |
| p    |          |        |          |           |           |           |           |           |           | 0.000     |
| PC   |          |        |          |           |           |           |           |           |           | 1         |

$p < 0.05^*$  y  $p < 0.01^{**}$  Diferencia estadística. Variables: Longitud de cabeza (LCa), Ancho de cabeza (ACa), Longitud corporal (LCo), Alzada a la cruz (ACr), Anchura bicostal del tórax (ABTx), Perímetro torácico (PTx), Alzada dorso-esternal (ADE), Longitud de la grupa (LGr), Anchura de la grupa (AGr) y Perímetro de la caña (PC).

**Tabla 4. Índices zoométricos de toros criollo mixteco de Oaxaca.**

| Índices           | Variables             | Media $\pm$ DE  | Mín. | Máx.  | CV (%) |
|-------------------|-----------------------|-----------------|------|-------|--------|
| Etnológico        | Cefálico              | 48.5 $\pm$ 4.2  | 36.2 | 52.4  | 8.6    |
|                   | Torácico              | 72.7 $\pm$ 22.1 | 40.0 | 141.7 | 41.2   |
|                   | Corporal              | 79.9 $\pm$ 7.8  | 66.7 | 91.2  | 9.7    |
|                   | Corporal lateral      | 94.4 $\pm$ 9.0  | 82.8 | 110.7 | 9.6    |
|                   | Anamorfofosis         | 2.1 $\pm$ 0.2   | 1.6  | 2.5   | 11.0   |
|                   | Pelviano              | 84.8 $\pm$ 4.5  | 75.0 | 90.2  | 5.3    |
| Capacidad lechera | Dáctilo torácico      | 11.0 $\pm$ 0.5  | 10.2 | 11.7  | 4.4    |
|                   | Dáctilo costal        | 46.6 $\pm$ 12.8 | 28.6 | 62.5  | 27.4   |
| Capacidad cárnica | Pelviano transversal  | 32.1 $\pm$ 1.6  | 28.3 | 33.7  | 4.9    |
|                   | Pelviano longitudinal | 37.9 $\pm$ 2.4  | 35.0 | 43.2  | 6.4    |

SD = desviación estándar. CV = coeficiente de variación



**Fotografía 1. Toro criollo mixteco de Oaxaca berrendo negro.**

Fuente: V. H. Severino-Lendecky.

El ICO del criollo mixteco de Oaxaca ( $79.9 \pm 7.8$ ) fue menor que el del criollo Casanare (82.7; Salamanca & Crosby, 2013a) y mayor que el del criollo limonero ( $76.2 \pm 2.8$ ; Contreras *et al.*, 2012). Estos bovinos, según este índice y los autores que los reportan, están catalogados como brevilineos, al igual que el criollo mixteco.

El ICL ( $94.4 \pm 9.0$ ) de los toros criollo mixteco de Oaxaca fue mayor que el del criollo uruguayo y del Hereford (86.4 y 78.2, respectivamente; Rodríguez *et al.*, 2001). En el primer caso los autores no pudieron determinar si era ganado productor de carne o leche, argumentando que esta situación podría esclarecerse con un estudio de las características productivas y reproductivas de estos animales, mientras que la raza Hereford se sabe que es especializada en producción de carne. Por consiguiente, según los resultados obtenidos y considerando que este índice señala que a menor valor el animal se aproxima a la forma de un rectángulo, que es la forma predominante en los animales de aptitud cárnica (Parés i Casanova, 2009), el criollo mixteco de Oaxaca podría ser clasificado con tendencia al doble propósito.

El IA obtenido en estos toros ( $2.1 \pm 0.2$ ) fue menor al reportado en criollo de Santa Elena (2.2; Cabezas-Congo *et al.*, 2019), Hereford (2.3) y Holstein (2.8) (Rodríguez *et al.*, 2001) y criollo limonero ( $2.38 \pm 0.21$ ; Contreras *et al.*, 2012). Según Contreras *et al.* (2012), el IA determina la conformación del individuo, pues si su valor es alto (4.0 y 5.0) se refiere a un animal productor

de carne, y si es bajo (2.5 y 3.0) a un animal con tendencia a producir más leche que carne; no obstante, de acuerdo con el IA obtenido en criollo limonero determinaron que este ganado era un biotipo de doble propósito. Por lo tanto, se podría considerar que el criollo mixteco de Oaxaca se encuentra en esta clasificación.



**Fotografía 2. Toro criollo mixteco de Oaxaca berrendo negro.**

Fuente: V. H. Severino-Lendecky.

El IP del criollo mixteco de Oaxaca ( $84.8 \pm 4.5$ ), fue similar al reportado en el criollo barroso-Salmeco (84.7; Jáuregui *et al.*, 2014), pero menor al del criollo lojano (92.9; Aguirre-Riofrio *et al.*, 2019) y criollo uruguayo (130.1; Rodríguez *et al.*, 2001). Este índice señala la relación entre anchura y longitud de pelvis, indicando una pelvis proporcionalmente más ancha que larga o viceversa. Mientras más alto sea su valor indica una pelvis más ancha que larga, lo cual se observa en un animal más cárnico que lechero. Los toros criollo mixteco tuvieron una pelvis más larga que ancha, lo que sugiere una aptitud para el doble propósito.

Los índices IDT ( $11.0 \pm 0.5$ ), IDC ( $46.6 \pm 12.8$ ), IPT ( $32.1 \pm 1.6$ ) e IPL ( $37.9 \pm 2.4$ ), que se utilizan como indicadores de capacidad lechera y cárnica, fueron similares a los reportados por Aguirre-Riofrio *et al.* (2019) en cuatro biotipos de ganado criollo del sur de Ecuador: negro (IDT 9.9, IDC 44.1, IPT 36.0, IPL 38.7), encerado (IDT 10.1, IDC 44.1, IPT 36.7, IPL 38.5), colorado (IDT 10.1, IDC 45.5, IPT 35.5, IPL 39.3) y Cajamarca (IDT 10.0, IDC 44.1, IPT 36.0, IPL 38.7). Estos autores clasificaron según estos índices a los biotipos negro, encerado y Cajamarca como de doble propósito con tendencia a la producción de leche, y al biotipo colorado como de doble

propósito con tendencia a la producción de carne. De manera particular, IPT e IPL indican la capacidad cárnica mediante la relación entre anchura y longitud de la pelvis, que a su vez se relaciona con la alzada o corpulencia del animal; así, el criollo mixteco presentó una predisposición intermedia al desarrollo de tejido muscular en esta zona de cortes más valiosos. Por lo tanto, el criollo mixteco de Oaxaca podría clasificarse como un biotipo de doble propósito con tendencia a la producción de carne.

## Conclusiones

Los toros criollo mixteco de Oaxaca tuvieron biotipo dolicocefalo, cuerpo brevilineo, proporciones torácicas longilíneas, con aptitud para el doble propósito, pero tendencia a la producción de carne, con volumen corporal en armonía con el desarrollo óseo y proporcionalidad en su modelo morfoestructural.

## Contribución de los autores

“Conceptualización del trabajo, V.H.S.L., F.M.P., R.L.A.; desarrollo de la metodología, V.H.S.L., F.M.P., R.L.A.; validación experimental, V.H.S.L., F.M.P. A.A.C.G., L.L.B.; análisis de resultados, V.H.S.L., F.M.P., C.A.A., R.L.A.; Manejo de datos, V.H.S.L., F.M.P., C.A.A., R.L.A.; escritura y preparación del manuscrito, V.H.S.L., F.M.P., C.A.A., R.L.A.; redacción, revisión y edición, V.H.S.L., F.M.P., C.A.A., R.L.A. “Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.”

## 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. de L. (2019). Morphometric evaluation of phenotypic groups of creole cattle of southern Ecuador. *Diversity*, 11(12), 1-8. <https://doi.org/10.3390/d11120221>
- Cabezas-Congo, R., Barba-Capote, C., González-Martínez, A., Cevallos-Falquez, O., León Jurado, J. M., Aguilar-Reyes, J. M., & García-Martínez, A. (2019). Biometric study of Criollo Santa Elena Peninsula cattle (Ecuador). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(4),

819-836. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4850>

- Casas, A., Cianzio, D., Rivera, A., Cantisani, L., & Añeses, L. (2001). Estimación de la edad de los vacunos por sus incisivos. En: Boletín Técnico 299. Edit. Grupo de Trabajo en Bovinos para Carne. Departamento de Industria Pecuaria y Recinto Universitario de Mayagüez. 1-7. <http://bovinosparacarne.uprm.edu/publication/Bolet%EDn%20299.pdf>
- Cevallos-Falquez, O., Barba, C., Delgado, J. V., González, A., Perea, J., Angón, E., & García, A. (2016). Caracterización zoométrica y morfológica del ganado criollo de Manabí (Ecuador). *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias*, 26(5), 313-323. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95949758008>
- Contreras, G., Chirinos, Z., Molero, E., & Paéz, A. (2012). Medidas corporales e índices zoométricos de toros Criollo Limonero de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(2), 175-181. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v30n2/art06.pdf>
- Contreras, G., Chirinos, Z., Zambrano, S., Molero, E., & Paéz, A. (2011). Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas criollo Limonero de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia*, 28(1), 91-103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3661435>
- De Alba, J. (2011). El libro de los bovinos criollos de América. Biblioteca Básica de Agricultura (Colegio de Postgraduados), Ediciones Papiro Omega S.A. de C.V. México, D.F.
- Espinoza-Villavicencio, J. L., Guevara-Franco, J. A., & Palacios-Espinosa, A. (2009). Caracterización morfométrica y faneróptica del bovino criollo Chinampo de México. *Archivos de Zootecnia*, 58 (222), 277-279. <https://doi.org/10.21071/az.v58i222.5285>
- Fernández, E. N., Martínez, R. D., Género, E. R., & Bróccoli, A. M. (2007). Índices zoométricos en bovinos criollos de origen patagónico y del noroeste argentino. *Veterinaria (Montevideo)*, 42, 165-166. <http://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/302/189>
- González-Stagnaro, C., & de la Fuente-Martínez, J. (2012). Pubertad en novillas de la raza Española Avileña-Negra Ibérica. *Revista Científica FCV-LUZ*, 22(1), 17-23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95921743003>
- González-Stagnaro, C., Rodríguez-Urbina, M. A., Goicochea-Llaque, J., Madrid-Bury, N., & González-Villalobos, D. (2006). Crecimiento pre-destete en hembras bovinas doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ*, 16(3), 288-296. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911641011>
- Herrera, M., Rodero, E., Gutiérrez, M. J., Peña, F., & Rodero, J. M. (1996). Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Research*, 22(1), 39-47. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(96\)00863-2](https://doi.org/10.1016/0921-4488(96)00863-2)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2022). Ubicación geográfica, condiciones climáticas y orográficas. INEGI: México; 2022. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/>

[espacioydatos/default.aspx?ag=200390001](#)

- Jáuregui, J. R., Gutiérrez, C. A., Córdón, C. L., Osorio, L. M., & Vásquez, Ch. L. (2014). Determinación morfoestructural del bovino criollo Barroso Salmeco en Guatemala. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 6-8. [http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2014/Trabajo019\\_AICA2014.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo019_AICA2014.pdf)
- Khalil, R., & Vaccaro, L. (2002). Peso y mediciones corporales en vacas de doble propósito: su interrelación y asociación con valor genético para tres características productivas. *Zootécnica Tropical*, 20(1), 11-30. <https://tspace.library.utoronto.ca/retrieve/2908/zt02003.pdf>
- Landi, V., & Quiroz, V. J. (2011). Los avances de las nuevas tecnologías genéticas y su aplicación en la selección animal. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 33-43. [http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2011/Landi2011\\_1\\_33\\_43.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Landi2011_1_33_43.pdf)
- Mahecha, L., Angulo, J., & Manrique, L. P. (2002). Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria*, 15(1), 80-87. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295026068008>
- Martínez, R., Fernández, E., Abbiati, N., & Broccoli, A. (2007). Caracterización zoométrica de bovinos criollos: patagónicos vs. noroeste argentino. *Revista MVZ Córdoba*, 12(2), 1042-1049. <https://doi.org/10.21897/rmvz.425>
- Martínez-López, O. R., Núñez, L., Castro, L., Rodríguez-Acosta, M. I., Álvarez-Martínez, R., Florentín, A., Ramírez, L., & Pereira, W. (2014). Uso de correlación estadística para el estudio morfométrico de bovinos para carne: caso pampa chaqueño. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 4(2), 26-32. <http://scielo.iics.una.py/pdf/ccv/v4n2/v4n2a05.pdf>
- Méndez, M. M., Serrano, P. J., Ávila, B. R., Rosas, G. M., & Méndez, P. N. (2002). Caracterización morfométrica del bovino Criollo mixteco. *Archivos de Zootecnia*, 51(194), 217-221. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519425.pdf>
- NOM-062-ZOO-1999. Norma oficial mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación. 1999. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999\\_220801.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf)
- Parés i Casanova, P. M. (2009). Zoometría. En: Sociedad Española de Zootecnólogos (Ed.), Valoración morfológica de los animales domésticos. (pp. 167-198). España: Edita Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/LIBRO%20valoracion%20morfolologica%20SEZ\\_tcm30-119157.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/LIBRO%20valoracion%20morfolologica%20SEZ_tcm30-119157.pdf)
- Parés i Casanova, P. M. (2007). Índices de interés funcional en la raza bovina «Bruna Dels Pirineus». En: REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 8(6), 1695-7504. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607.html>
- Perezgrovas-Garza, R. A., & de la Torre-Sánchez, F. (2015). Los bovinos criollos de México:

- Historia, caracterización y perspectivas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. Disponible en: <https://dgip.unach.mx/index.php/21-textos-universitarios-version-digital/205-los-bovinos-criollos-de-mexico-historia-caracterizacion-y-perspectivas>
- Rodríguez, M., Fernández, G., Silveira, C., & Delgado, J. V. (2001). Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: 1. Análisis biométrico. *Archivos de Zootecnia*, 50(190), 113-118. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519015>
- Rojas-Espinoza, R., & Gómez-Urviola, N. (2005). Biometría y constantes clínicas del bovino criollo en el centro de investigación y producción Chuquibambilla de Puno (Perú). *Archivos de Zootecnia*, 54(206-207), 233-236. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49520719>
- Rojas-Jiménez, J. S., Casas-Pulido, M. P., & Martínez-Correal, G. (2014). Caracterización morfométrica y determinación de índices zoométricos de un hato de ganado criollo Blanco Orejinegro (BON) puro, en Pacho (Cundinamarca). *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 5(1), 2-16. <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/636/687>
- Salamanca, C. A., & Crosby, G. R. A. (2013a). Comparación de índices zoométricos en dos núcleos de bovinos criollos Casanare en el municipio de Arauca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 3, 59-64. [http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2013/Trabajo009\\_AICA2013.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2013/Trabajo009_AICA2013.pdf)
- Salamanca, C. A., & Crosby, G. R. A. (2013b). Estudio fenotípico del bovino Casanare biotipo Araucano. Análisis Zoométrico. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 201-2018. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692013000300003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692013000300003)
- Severino-Lendechy, V. H., Perezgrovas-Garza, R. A., Ahuja-Aguirre, C., Montiel-Palacios, F., Peralta-Torres, J. A., & Segura-Correa, J. C. (2021). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas productivos con bovinos criollos en Campeche, México. *Acta Universitaria*, 31(1), 1-14. <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/3102/3655>
- 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>
- Tjon A San, G. G., & Molina-Flores, B. (2016). Caracterización fenotípica del bovino criollo de Surinam en los distritos de Coronie y Nickerie. *Archivos de Zootecnia*, 65(251), 339-401. <https://doi.org/10.21071/az.v65i251.702>
- Villalobos-Cortés, A. I., Martínez, A. M., & Delgado, J. V. (2009). Historia de los bovinos en Panamá y su relación con las poblaciones de bovinos de Iberoamérica. *Archivos de Zootecnia*, 58(R), 121-129. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/download/5078/3289>