



Relación de variables morfométricas y productivas sobre parámetros reproductivos en vacas Romosinuano y Costeño con Cuernos

Relationship of morphometric and productive variables on reproductive parameters in Romosinuano and Costeño con Cuernos cows

Natalia Del Carmen Herrera Pérez¹
Mario Alberto Canabal Vidal²
Yesid José Abuabara Pérez³
Gustavo Alfonso Ossa Saraz⁴
Jorge Luis Garcés Blanquiceth⁵
Juan Carlos Fernández Niño⁶



DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.14849>

RESUMEN: *Objetivo.* Establecer el efecto de las medidas morfométricas y productivas sobre los parámetros reproductivos: número de partos e intervalo entre partos en hembras Romosinuano (ROMO) y Costeño con Cuernos (CCC) bajo las condiciones agroclimáticas del Caribe húmedo colombiano. *Materiales y métodos.* Se utilizaron 408 vacas entre las razas ROMO (250) y CCC (158) se tomaron las medidas morfométricas de: amplitud del isquion (ADI), amplitud de cadera (ADC), altura del sacro (ADS), altura de la cruz (ADLC), así como el peso vivo, peso primer parto (PPP), peso último parto (PUP), condición corporal (CC), y los parámetros reproductivos como el número de partos e intervalos entre partos (IEP). Las diferencias entre los parámetros morfométricos y reproductivos por raza se establecieron por análisis de varianza. Las relaciones entre las variables morfométricas y reproductivas se analizaron a través correlaciones canónicas. *Resultados.* El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las medidas morfométricas y peso vivo por raza. El análisis de correlaciones canónicas permitió establecer a ADI, ADLC, PPP y PUP como las variables canónicas significativamente importantes y tienen relación significativa con el número de partos. *Conclusión.* El peso y el PUP son las variables con mayor efecto sobre los parámetros reproductivos evaluados en vacas Romosinuano y Costeño con Cuerno.

PALABRAS CLAVES: Costeño con Cuernos; Razas Criollas; Romosinuano; Reproducción.

ABSTRACT: *Objective.* To establish the effect of morphometric and productive measures on reproductive parameters: a number of calvings and calving interval in Romosinuano (ROMO) and Costeño con Cuernos (CCC) females under agro-climatic conditions of the Colombian humid Caribbean. *Materials and methods.* The following morphometric measurements were taken: ischial width (ADI), hip width (ADC), sacral height (ADS), withers height (ADLC), as well as live weight, first calving weight (PPP), last calving weight (PUP), body condition (CC), and reproductive parameters such as the number of calvings and calving intervals (IEP). Differences between morphometric and reproductive parameters by breed were established by analysis of variance. Relationships between morphometric and reproductive variables were analyzed through canonical correlations. *Results.* The analysis of variance showed statistically significant differences ($p < 0.05$) between morphometric measurements and live weight by breed. The study of canonical correlations allowed the establishment ADI, ADLC, PPP, and PUP as the canonical variables significantly essential and have a significant relationship with the number of calvings. *Conclusion.* Weight and PUP are the variables with the greatest effect on the reproductive parameters evaluated in Romosinuano and Costeño con Cuernos cows.

KEY WORDS: Costeño con Cuernos, Criollo breeds, Romosinuano, Reproduction.

FECHA DE RECEPCIÓN: 01 de septiembre de 2022 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 29 de septiembre de 2022

COMO CITAR: Herrera Perez, N. del C., Canabal Vidal, M. A., Abuabara Pérez, Y. J. ., Ossa Saraz, G. A. ., Garcés Blanquiceth, J. L. ., & Fernández Niño, J. C. . Evaluaciones morfométricas y productivas sobre variables reproductivas en vacas Romosinuano y Costeño con Cuernos. *Ciencia y Agricultura*, 19(3): 87-101. <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.14849>

- 1 MSc. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria AGROSAVIA, nherrera@agrosavia.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8182-9440>
- 2 MVZ, Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria AGROSAVIA, mcanabal@agrosavia.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8453-973X>
- 3 MVZ, Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria AGROSAVIA, yabuabara@agrosavia.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3872-2191>
- 4 Ph.D. Asesor Particular, gustavoalfonsoossasaraz@yahoo.com.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5453-2323>
- 5 Zoo. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria AGROSAVIA, jgarces@agrosavia.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4127-3510>
- 6 MSc. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria AGROSAVIA, jcfernandez@agrosavia.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4353-0525>

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales se consideran factores que afectan los parámetros productivo y reproductivo en las regiones tropicales y subtropicales (Espinoza et al., 2015), las razas criollas Romosinuano y Costeño con Cuernos están adaptadas a las condiciones tropicales, siendo esta una valiosa fuente de recursos genéticos que pueden ayudar a mejorar la productividad de los hatos ganaderos del país (Martínez et al., 2018). De esta forma, realizar seguimiento del crecimiento animal se considera importante para determinar la eficiencia productiva (Martínez et al., 2021), por tanto, es de gran importancia seguir caracterizando los recursos genéticos bovinos autóctonos (Hirwa et al., 2017). Las caracterizaciones permiten documentar y fortalecer la información existente sobre las razas autóctonas, en aras de establecer programas de manejo más eficientes (Kugonza et al., 2011).

La condición corporal y el peso vivo son factores que pueden indicar buen rendimiento productivo del ganado (Roche et al., 2007). Hembras bovinas con baja condición corporal y bajos peso presentan periodos de anestro más prolongados (Quintana et al., 2019). Asimismo, existe una correlación genética entre la condición corporal y algunos rasgos de fertilidad en las vacas, previamente documentados en razas Holstein y Ayrshire (Bastin et al., 2010). De esta forma, los parámetros morfométricos asociados a las características de crecimiento, reproducción, desarrollo corporal, eficiencia alimentaria y características de la canal son útiles para categorizar los animales por su mérito genético (Martínez et al., 2012; de Melo et al., 2018).

De acuerdo con Ruales et al. (2007) las medidas morfométricas como altura de la cruz, perímetro del tórax, ancho de la grupa, ancho del lomo, ancho del pecho, permiten simplificar los parámetros de selección, de ganado Romosinuano cuya eficiencia ha sido probada, limitando la selección de los animales a la medición de pocos parámetros morfométricos que no se ven influenciados por factores ambientales (Ruales et al., 2007). Dado que los parámetros morfométricos presentan menor variabilidad a corto plazo, además de permitir comparar las diferentes partes del cuerpo (Musa et al., 2011).

El intervalo entre partos (IEP), se considera un factor importante en los indicadores de la reproducción (Rocha et al., 2012), como signo visible de anestro. Este puede estar asociado a las características morfométricas de la hembra y ayudar a predecir el potencial productivo (de Melo et al., 2018). El efecto de la variabilidad en las medidas morfométricas sobre rasgos reproductivos ha sido previamente analizado en la progenie de búfalos Murrah × Jafarabadi y Murrah (Araújo de Melo et al., 2020; Dahiya et al., 2020), y en bovinos de las razas Blanco orejinegro (Corrales et al., 2017).

Sin embargo, las informaciones sobre las características morfométricas de las razas criollas son endeble y dificulta hacer estimaciones reproductivas confiables. Además, se desconoce la relación existente entre las medidas

morfométricas y los parámetros reproductivos de las razas criollas colombianas como Romosinuano (ROMO) y Costeño con Cuernos (CCC), y si estas pueden influenciar el número de partos. El objetivo de este trabajo fue establecer la relaciones morfométricas y productivas sobre los parámetros reproductivos: número de partos e intervalo entre partos en hembras Romosinuano (ROMO) y Costeño con Cuernos (CCC) bajo las condiciones agroclimáticas del valle del Sinú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de Estudio

El trabajo fue llevado a cabo en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), situada en el Valle del río Sinú, municipio de Cereté, Córdoba, zona que corresponde a la región caribe húmedo (Beck et al., 2018), con temperatura media de 27.5 °C, 83% de humedad relativa y 1200 mm de precipitación anual, distribuidos en una época de baja precipitación entre los meses de diciembre a marzo y otra de alta precipitación entre abril y noviembre.

Toma de datos

El estudio se realizó mediante el registro de datos reproductivos de 408 vacas; 250 vacas de la raza Romosinuano y 158 vacas Costeño con Cuernos que pertenecen al banco de germoplasma animal de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Con edades entre los 3 y 12 años, con al menos dos crías y signos periódicos de celo, las preñeces se obtuvieron por monta natural e inseminación artificial y los terneros se destetaron entre los cuatro y cinco meses de edad. Todos los animales fueron mantenidos bajo pastoreo rotacional, con pasturas de *Brachiaria decumbens*, *Bothriochloa pertusa* y *Dichanthium aristatum*, suplementados con sal mineralizada al 8% y agua a voluntad.

Toma de medidas morfométricas, peso vivo y condición corporal

A las vacas se les tomaron las medidas morfométricas de: altura del sacro (ADS), altura de la cruz (ADLC), con una regla bovinométrica, amplitud del isquion (ADI), amplitud de la cadera (ADC), con una cinta métrica (Equipos Vet). Los pesos al primer parto (PPP), peso último parto (PUP), y el peso vivo (último peso tomado en la evaluación), se establecieron con la ayuda de una báscula ganadera marca prometálicos con puerto para tablero digital.

La toma de las medidas morfométricas se realizó como lo siguieron Wencelau et al. (2000) (Oliveira et al., 2001; de Melo et al., 2018). La información del número de partos e intervalo entre partos, peso y condición corporal con

escala de 1 a 5, los datos fueron tomados de la base de datos generada por AGROSAVIA.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis descriptivos, ANOVA unidireccional, utilizando test de Tukey como prueba de diferencias estadísticas entre razas, con un nivel de significancia del 95%. La relación de las medidas morfométricas, peso vivo y condición corporal sobre el intervalo entre partos y número de partos por raza se analizó por medio de regresión múltiple. El efecto de las variaciones, medidas morfométricas, el peso vivo y la condición corporal sobre los parámetros reproductivos: Intervalo entre partos y número de partos se estableció a través de correlaciones canónicas. Para todos los análisis estadísticos se usó el programa estadístico R 4.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis descriptivo de medidas morfométricas, peso vivo y condición corporal

El análisis descriptivo de las cuatro medidas morfométricas de vacas Romosinuano (ROMO) y Costeño con Cuernos (CCC) mostraron diferencias significativas entre razas ($p < 0.05$). Las vacas ROMO presentaron mayor ADI, ADC, ADS y ADLC en contraste con las vacas CCC (Figura 1). Las vacas ROMO presentaron isquiones y caderas de 4.13% y 3.42% más anchos que las vacas Costeño con Cuernos. La altura del sacro y la cruz fue de 2.54 y 3.60% respectivamente más alto en vacas ROMO con relación a las vacas CCC.

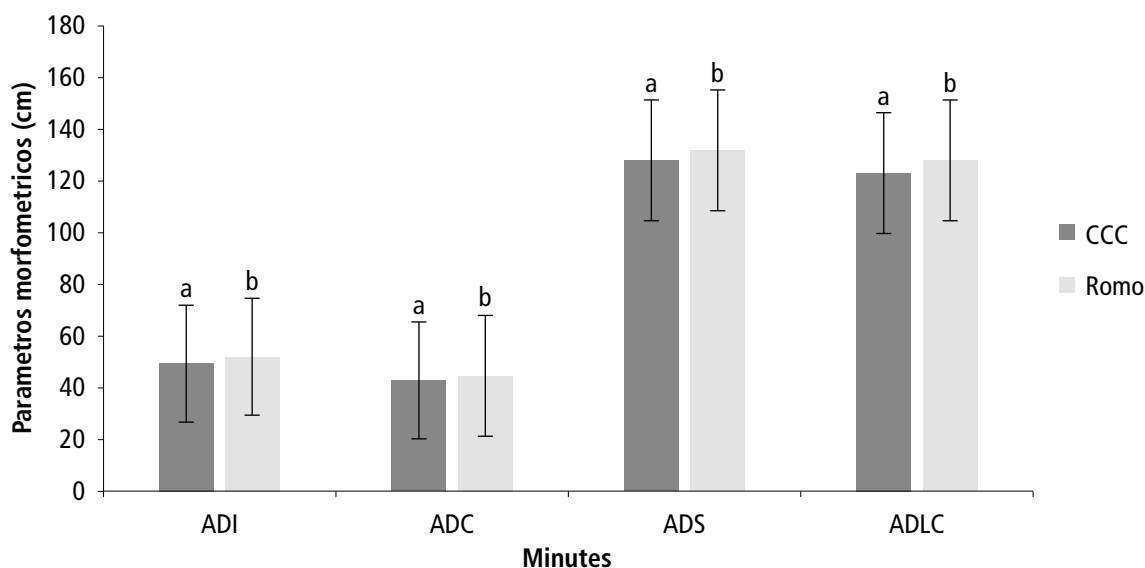


FIGURA 1. Medias morfométricas por raza, Romosinuano (ROMO) y costeño con cuernos (CCC). Amplitud del isquion (ADI), amplitud de la cadera (ADC), altura del sacro (ADS) y altura de la cruz (ADLC). Barras con letras diferentes presentan diferencias estadísticamente significativas entre razas ($p < 0.05$).

Las medidas morfométricas y condición corporal son factores importantes en la reproducción bovina, por lo que están relacionadas con parámetros de fertilidad en las razas ROMO y CCC, los bajos índices de condición corporal están asociados con la reactivación ovárica tardía relacionado con el balance energético negativo causado por el parto, lo que puede dificultar la obtención de energía necesaria para mostrar estro (Bastin et al., 2010), casos similares han sido reportados en el ganado lechero donde la relación entre el puntaje de la condición corporal y rasgos de fertilidad es significativa (Quintana et al., 2019).

Aunque las vacas analizadas fueron mantenidas bajo el mismo sistema productivo, se encontraron diferencias entre las medidas morfométricas y peso, estas diferencias son consistentes con los hallazgos de Goitom et al. (2019), destacan que la variabilidad morfométrica se puede dar entre razas y dentro de la raza. De acuerdo con Riera et al. (2012), en bovinos de la raza carola, donde obtuvieron un promedio de 133 cm de alzada y 46 cm ancho de la grupa siendo estas mediadas acorde al tamaño, esta raza se considera una talla media con rangos de 125 cm a 135 cm, estas características nos indican que las vacas que presentan alzada media y mayor amplitud de cadera, es baja la probabilidad en presentar partos distócicos. Adicional a esto, el ancho de la grupa refleja las capacidades reproductivas de la hembra, a mayor ancho de grupa, mayor será el desarrollo uterino y menor será el riesgo de complicaciones durante el parto, no obstante grupas grandes se han relacionado con baja eficiencia reproductiva y menor longevidad, al incrementarse el peso del animal y dificultar si reproducción (Shahid et al., 2022).

Los pesos, PPP, PUP fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) en las vacas ROMO que las vacas CCC (Figura 2). En promedio las vacas ROMO al primer parto pesaron 48.55 Kg más que las vacas CCC, y peso al último parto 68.08 Kg más en relación con las vacas CCC. El peso de las vacas CCC fue de 11.23% más bajo en comparación con el peso de vacas ROMO. El número de partos fue de 12.3% mayor en vacas ROMO y el intervalo entre partos fue de 30.11 días más corto en vacas ROMO que las vacas CCC.

TABLA 1. Número de partos, intervalo entre partos y CC de vacas ROMO y CCC. Medias \pm EE.

Raza	N	Número de partos	Intervalo entre partos	CC
ROMO	250	4,69 \pm 0,14 b	497,43 \pm 7,62 a	3,71 \pm 0,02 ns
CCC	158	4,11 \pm 0,18 a	527,54 \pm 9,58 b	3,64 \pm 0,03 ns

Medias con letras diferentes presentan diferencias estadísticamente significativas entre razas ($p < 0.05$), ns: no significativa.

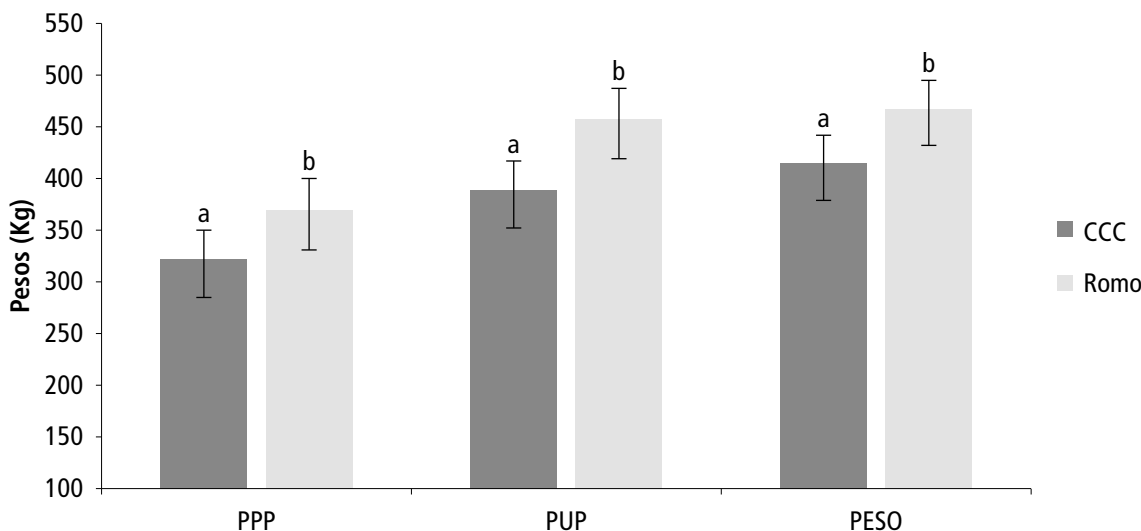


FIGURA 2. Comparación del peso vivo (PESO), peso primer parto (PPP) y peso ultimo parto (PUP). Barras con letras diferentes presentan diferencias estadísticamente significativas entre razas ($p < 0.05$).

La condición corporal no mostro diferencias significativas entre razas (Tabla 1). La raza ROMO presentó un valor de $497,43 \pm 7,62$ días para el intervalo entre partos y la raza CCC presento un mayor valor de $527,54 \pm 9,58$ días, estos valores indican que la raza ROMO presentó un mayor número de partos durante la toma de datos.

De acuerdo con el grupo racial las hembras bovinas tienen tener intervalos de partos más cortos o prolongados, las hembras de la raza criolla Blanco Orejinegro presentaron un IEP promedio de 487 ± 147 días, con un mínimo de 390 ± 29 días y un máximo de 563 ± 145 días (Rocha et al., 2012), estos valores de IEP están dentro del rango al promedio hallado en ROMO 497.4 días y CCC 527.5 días, de igual manera estos valores son consistentes con los reportados por Ossa et al. (2013) para razas criollas adaptadas a climas tropicales donde la temperatura influye en el gasto y balance energético, lo que demuestra la eficiencia reproductiva del ganado romo y CCC en climas exigentes como el caribe colombiano.

Espinoza et al. (2015), en la raza bovina Chacuba encontraron valores de IEP de 456 ± 83 días, las vacas de primero y segundo parto presentaron intervalos entre parto más largos, decreciendo hasta el octavo parto. Otros estudios coinciden en que las vacas que presentaron IEP cortos tenían edades entre 5 y 9 años. Como también en la raza Cebú por Holstein en un hato doble propósito obtuvieron resultados similares con promedio de 447 ± 56 para el IEP con un mínimo de 319 días y un máximo de 650 días, relacionando el número de parto que tuvo un incremento de 92 días pasando de 413 días en vacas de primer parto a 506 días en las vacas con nueve o más partos, aunque del cuarto al noveno parto las diferencias entre ellas no fueron significativas (Arce et al., 2017).

Relación de las medidas morfométrica, peso vivo y condición corporal sobre parámetros reproductivos

Análisis de correlación canónica

Con el fin de establecer el efecto de las medidas morfométricas sobre los parámetros reproductivos de vacas Romosinuano y costeño con cuernos, además de la proporción de efecto, sobre los parámetros reproductivos intervalo entre partos IEP y número de partos (PARTOS), se realizaron correlaciones canónicas con los dos grupos de variables. La relación de las variables predictoras sobre IEP y el número de partos se redujo a dos funciones canónicas por cada grupo de datos. La prueba multivariada de Wilks, Chi-cuadrado y el coeficiente de correlación se presentan en la tabla 2. Para el primer grupo de datos (Medidas morfométricas), solo la función canónica 1, fue significativa ($p < 0.05$). Para el segundo grupo de datos (Peso vivo y CCC), las funciones canónicas 1 y 2 fueron significativas ($p < 0.05$) (Tabla 2).

TABLA 2. Prueba multivariada Lambda de Wilks para funciones canónicas de IEP/número de partos, medidas morfométricas, peso vivo y CC de vacas de las razas ROMO y CCC.

IEP/Partos	Test Wilks' Lambda					
	Función canónica	r	R ²	Wilks	Chi-cuadrado	p-valor
Medidas morfométricas	1	0,183	0,033	0,962	15,512	0,049*
	2	0,064	0,004	0,995	1,689	0,639 ns
Peso vivo y CC	1	0,438	0,192	0,79	94,756	0,000*
	2	0,146	0,021	0,978	8,644	0,034*

*p-valor estadísticamente significativo con intervalo de confianza del 95%

Para este estudio las cargas canónicas (L(1)) más altas y las cargas canónicas cruzadas (L(2)) entre IEP/ Partos y las medidas morfométricas fueron ADI y ADLC. En el segundo grupo de datos (Peso vivo y CC), las cargas canónicas y las cargas canónicas cruzadas más altas fueron PPP y PUP. Por lo tanto, a estas variables se les considero las más importantes para la derivación de variables estadísticas canónicas (Tabla 3), y son las de mayor efecto sobre los parámetros reproductivos IEP y PARTOS.

TABLA 3. Carga canónica y cruzada entre IEP/número de partos, medidas morfométricas, peso vivo y condición corporal de las vacas ROMO y CCC.

IEP/Partos	Variable	L(1)	L(2)
Medidas morfométricas	ADI	0.822	1.17
	ADC	0.215	-0.521
	ADS	-1.02	-0.0178
	ADLC	0.392	-0.744
Peso vivo y CC	CC	0.0477	-0.228
	PESO	-0.123	1.16
	PPP	-0.731	-0.583
	PUP	1.14	-0.579

Amplitud del isquion (ADI), amplitud de la cadera (ADC), altura del sacro (ADS), altura de la cruz (ADLC), condición corporal (CC), peso vivo, peso primer parto (PPP) y peso ultimo parto (PUP).

No obstante, aunque ADI, ADLC, PPP y PUP tienen las mayores cargas canónicas, y por ende el mayor peso sobre las variables. La correlación canónica entre las medidas morfométricas y variables reproductivas IEP y número de partos fue baja, al igual que la correlación entre peso vivo, CC y parámetros reproductivos (Tabla 4). Solo el PUP explica en un 30% la posibilidad de un nuevo parto, o el número de partos en ambas razas. Mientras que el peso vivo se relaciona con el IEP en un 10%.

En general, Las variables morfométricas ADI, ADC y ADLC presentaron relación positiva con el IEP y número de partos, la medida morfométrica ADS mostro relación negativa con IEP y número de partos, los valores de ADS que están por encima del promedio (130.02 cm), pueden estar asociados a intervalos entre partos (IEP) del 3.1% más largos y las vacas presentan menor número de partos. Entre tanto, para la variable canónicamente importantes ADI, valores por encima del promedio (50.68 cm) pueden estar relacionados con IEP de 9% más cortos y presentan un valor del 1.8% mayor en el número de partos. El tamaño de ADLC por encima del promedio (125.74 cm) puede asociarse a una reducción en el IEP de un 3.8% y aumentando el número de partos en un 5.7%.

TABLA 4. Covarianza y coeficiente de correlación, entre las medidas morfométricas y las variables de eficiencia reproductiva. Covarianza y coeficiente de correlación, entre el peso vivo/ CC y las variables reproductivas.

		Medidas morfométricas				
Covarianza / Correlación	ADI	ADC	ADS	ADLC	IEP	PARTOS
ADI		4.941	12.59	7.724	36.335	0.135
ADC	0.534*		3.882	6.035	27.145	0.447
ADS	0.604*	0.206*		15.747	-24.814	-0.565
ADLC	0.495*	0.427*	0.493*		22.712	0.64
IEP	0.094	0.078	-0.031	0.038		-47.663
PARTOS	0.019	0.068	-0.038	0.058	-0.173	
		Peso vivo y CC				
Covarianza / Correlación	CC	Peso	PPP	PUP	IEP	PARTOS
CC		1.607	-0.555	1.476	-0.477	0.0528
Peso	0.077		1248.899	2045.434	713.115	10.101
PPP	-0.028	0.404		1502.77	-503.782	-10.347
PUP	0.067	0.596	0.46		301.407	42.186
IEP	-0.011	0.103*	-0.077	0.041		-47.663
PARTOS	0.064	0.078	-0.084	0.309*	-0.173	

Amplitud del isquion (ADI), amplitud de la cadera (ADC), altura del sacro (ADS), altura de la cruz (ADLC), condición corporal (CC), peso, peso primer parto (PPP) y peso ultimo parto (PUP). *Correlación significativa con nivel de confianza del 95%.

Por su parte, las variables de peso vivo, peso y PUP presentaron relación positiva con IEP y número de partos. La condición corporal presentó relación negativa con el IEP y positiva con el número de partos, mientras que el PPP mostró relación negativa con IEP y número de partos (Tabla 4). Es decir, CC por encima del promedio (3.6) reducen el intervalo entre partos favoreciendo el incremento del número de partos en un 6.6%. En cuanto al efecto de las variables canónicamente importantes sobre el IEP y número de partos, PPP por encima del promedio pueden asociarse a una reducción del IEP de 7.7% e incremento del número de partos con valor estimado del 8.4%. Por su parte el PUP por encima del promedio (430.058 Kg) pueden estar relacionadas con el incremento del IEP y el número de partos con un porcentaje del 4.1%.

Los resultados de las correlaciones, que engloban el efecto de las medidas morfométricas sobre los parámetros reproductivos a nivel general en ambas razas, permiten inferir que el primer grupo de datos (medidas morfométricas) explican la variabilidad del conjunto de datos en un 59.653%, y la correlación máxima significativa de $r = 0.183$, este resultado sugiere una relación positiva entre las variables reproductiva y las medidas morfométricas del 18% por lo cual se pueden considerar las variables canónicas más importantes ADI y ADLC dentro de los parámetros de selección por reproducción. En el segundo grupo de datos las funciones canónicas 1 y 2 explican la variabilidad en un

53.843% del conjunto de datos, con una correlación máxima significativa de $r = 0.428$ y $r = 0.146$ (función canónica 1 y 2 respectivamente), en este sentido las variables canónicamente importantes PPP y PUP asociadas a las funciones canónicas 1 se pueden considerar de interés para la selección de vacas.

De acuerdo con Araújo de Melo et al. (2020), las cargas canónicas explican la importancia de las variables, dado los resultados en ambos conjuntos de datos, sus combinaciones ayudan a explicar el comportamiento reproductivo de las hembras ROMO y CCC, del mismo modo se debe destacar que vacas excesivamente grandes tendrán mayores requerimientos nutricionales y esto podría dificultar su eficiencia reproductiva (Mota et al., 2014; Araújo de Melo et al., 2020). Aunque el tamaño corporal es indicio de adaptación. Los resultados indican que la mayor eficiencia reproductiva se puede obtener con biotipos mediano a relativamente grandes, sin exceder la altura promedio del sacro y el PPP. No obstante, esta afirmación está sujeta a modificaciones de acuerdo con la edad, raza y condiciones agroclimáticas del animal, por tanto, no se puede considerar absoluta.

La correlación positiva de medidas morfométricas con parámetros reproductivos, es un aspecto positivo previamente documentado en ganado de diferentes razas (Kiboga, Mbarara, Mpigi y Sembabule) (Kugonza et al., 2011). La amplitud de la cadera con efecto significativo sobre el número de partos de vacas CCC está asociado a mejor capacidad reproductiva en las hembras, relacionada con el desarrollo fetal y capacidad del parto (Araujo de Melo et al., 2020). De acuerdo con Lacerda et al. (2018), hembras más altas están relacionadas con primer parto tardío, gestaciones más largas e intervalos entre partos más largos, este planteamiento es congruente con el efecto significativo que tuvo la ADS sobre y las variables reproductivas en vacas CCC, con menor número de partos e IEP más largos, y la correlación negativa de este parámetro con IEP y número de partos en general.

Análisis de regresión múltiple

Con el fin de determinar a nivel de razas, la relación y el efecto de las medidas morfométricas sobre los parámetros reproductivos, se realizaron regresiones múltiples. Las cuales mostraron que, para la raza romosinuano, el peso vivo y el PPP tiene efecto significativo sobre el IEP, mientras que el PPP y el PUP tiene efecto significativo sobre el número de partos. En la raza CCC solo la medida morfométrica ADS tiene efecto significativo sobre el IEP. Entre tanto, las medidas morfométricas ADI, ADS, ADLC y los pesos PPP y PUP tienen efecto significativo sobre el número de partos (Tabla 5).

TABLA 5. Efecto de medidas morfométricas, peso vivo y CC, sobre variables reproductivas IEP y número de partos, analizado por razas a través de regresión múltiple.

Raza	Variable respuesta	Variables predictoras (p-valor)									R ²	R ² ajustado
		p-valor del modelo	ADI	ADC	ADS	ADLC	Peso	PPP	PUP	CC		
Romo	IEP	0.028	0.619	0.721	0.1001	0.384	0.004*	0.033*	0.368	0.488	0.068	0.037
	Número de Partos	0.0001	0.96	0.753	0.877	0.592	0.173	0.0002*	0.0001*	0.551	0.159	0.131
CCC	IEP	0.036	0.059	0.753	0.036*	0.099	0.692	0.841	0.381	0.18	0.102	0.054
	Número de Partos	0.0001	0.001*	0.787	0.002*	0.036*	0.274	0.016*	0.002*	0.054	0.296	0.258

Amplitud del isquion (ADI), amplitud de la cadera (ADC), altura del sacro (ADS), altura de la cruz (ADLC), condición corporal (CC), peso, peso primer parto (PPP) y peso ultimo parto (PUP). *p-valor estadísticamente significativo con intervalo de confianza del 95%

La baja correlación entre la altura del sacro y partos ha sido previamente documentada en ganado Nelore, este resultado indica que la altura del sacro tiene poca relación con el primer parto, y puede ser usada como herramienta de selección sin comprometer la eficiencia reproductiva de la vaca al primer parto, sin embargo, a largo plazo puede tener efectos desfavorables sobre la eficiencia reproductiva (Santana et al., 2013).

La relación entre la CC, medidas morfométricas y peso vivo no fueron fuertes, no obstante, las vacas con mayor condición corporal tienen desarrollo corporal debido al aumento de peso y no de altura. La condición corporal puede ser un indicador idóneo de selección para ganado de carne, pero su débil relación con otros parámetros lo hace un indicador pobre para selección genética (Silveira et al., 2015). La relación negativa entre el PPP y el IEP y número de partos es consistente con los resultados de Baldi et al. (2008), vacas muy pesadas después del primer parto presentaron servicios más largos y menos longevas, mientras que vacas con peso asociado a CC media mostraron mejor rendimiento reproductivo. Aunque esta relación negativa puede variar con la edad del animal. De acuerdo con estos autores las vacas con mejor CC se preñan más jóvenes, pero pueden tener efectos negativos en futuras preñeces e incrementar el IEP.

Se debe destacar que en la raza Romosinuano el peso tiene un efecto significativo sobre el número de partos. Ganancias de peso tempranas están ligadas a pubertades e inicio de la ovulación precoz, sin embargo, esto no significa madurez sexual completa de la hembra. Una posible explicación es la relación entre el peso y la liberación pulsante de la hormona LH que inicia su liberación al alcanzar la talla óptima según la raza. Adicional a esto la maduración temprana y el número de partos en raza Romosinuano indica un proceso adaptativo a las condiciones ambientales de altas temperaturas, que les permite aprovechar la dieta aun bajo condiciones de estrés térmico (Grajales et al., 2006)

CONCLUSIONES

A nivel general las hembras con mayor número de partos poseen medidas corporales intermedias. El peso óptimo permite que las vacas de la raza Romosinuano tengan IEP más cortos y periodos de anestro menos prolongados. El peso y el PUP son las variables con mayor efecto sobre los parámetros reproductivos, número de partos e intervalo entre partos de vacas ROMO y CCC, para mejorar la eficiencia reproductiva en diferentes programas se debe implementar la combinación de variables morfométricas y peso vivo, más allá del simple establecimiento de la CC.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), al ministerio de agricultura y desarrollo rural por la financiación de los recursos para el desarrollo de conservación y colección biológica de las razas bovinas criollas Romosinuano y Costeño con Cuernos del banco de germoplasma animal del C.I Turipaná.

REFERENCIAS

- Araújo de Melo, B., de Gusmão Couto, A., de Lima Silva, F., Hongyu, K., Teodózio de Araújo, F. C., Mesquita da Silva, S. G., ... & Fraga, A. B. (2020). Multivariate analysis of body morphometric traits in conjunction with performance of reproduction and milk traits in crossbred progeny of Murrah×Jafarabadi buffalo (*Bubalus bubalis*) in North-Eastern Brazil. *PloS one*, 15(4), e0231407. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231407> .
- Arce, C., Aranda Ibáñez, E. M., Osorio Arce, M. M., González Garduño, R., Díaz Rivera, P., & Hinojosa Cuellar, J. A. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(1), 83-91. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242017000100083
- Baldi, F., Alencar, M. M. D., Freitas, A. R. D., & Barbosa, R. T. (2008). Parâmetros genéticos para características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 247-253. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200010>
- Bastin, C., Loker, S., Gengler, N., Sewalem, A., & Miglior, F. (2010). Genetic relationships between body condition score and reproduction traits in Canadian Holstein and Ayrshire first-parity cows. *Journal of Dairy science*, 93(5), 2215-2228. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2720>
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific data*, 5(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Corrales, E. E., Jaramillo, I. E., & Jaramillo, J. E. (2017). Morphometric characterization associated with reproductive parameters in the breed Blancoorejinegro (*Bos taurus*) in the municipality of Gómez Plata (Antioquia, Colombia). *REDVET*, 18(9).

- Dahiya, S. P., Kumar, M., & Dhillod, S. (2020). Relationship of linear type traits with production and reproduction performance in Murrah buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90(6), 942-946.
- De Melo, B. A., Nascimento, I. D. M., Santos, L. T. A. D., de Lima, L. G., de Araújo, F. C. T., Rios, R. R. S., ... & Fraga, A. B. (2018). Body morphometric measurements in Murrah crossbred buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1307-1312. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1502669>
- Espinoza Villavicencio, J. L., Ceró Rizo, Á., Guerra Iglesias, D., Palacios Espinosa, A., Domínguez Viveros, J., & González-Peña Fundora, D. (2015). Factores ambientales y parámetros genéticos para algunas características reproductivas en bovinos Chacuba. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 6(4), 431-441. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242015000400431
- Goitom, S., Gicheha, M. G., Ngeno, K., & Njonge, F. K. (2019). Morphological characterisation of indigenous cattle breeds in eritrea. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(10), 848-857. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Mathew-Gicheha/publication/336916039_AAVS_7_10_848-857/links/5dba85de92851c81801940f5/AAVS-7-10-848-857.pdf
- Grajales, H., Hernández, A., & Prieto, E. (2006). Edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 18(10), 1-25.
- Hirwa, C. D. A., Kugonza, D. R., Murekezi, T., Rwemarika, J. D., Kayitesi, A., Musemakweri, A., ... & Safari, T. (2017). Management and phenotypic features of indigenous cattle in Rwanda. *International Journal of Livestock Production*, 8(7), 95-112. <https://doi.org/10.5897/IJLP2017.0362>
- Kugonza, D., Nabasirye, M., Mpairwe, D., Hanotte, O., & Okeyo, A. (2011). Productivity and morphology of Ankole cattle in three livestock production systems in Uganda. *Animal Genetic Resources/Ressources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales*, 48, 13-22. <https://doi:10.1017/S2078633611000038>
- Lacerda, V. V., Campos, G. S., Roso, V. M., Souza, F. R. P., Brauner, C. C., & Boliogon, A. A. (2018). Effect of mature size and body condition of Nelore females on the reproductive performance. *Theriogenology*, 118, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.05.036>
- Martínez Rocha, R. E., Ramírez Valverde, R., Núñez Domínguez, R., & García Muñiz, J. G. (2018). Parámetros y tendencias genéticas de variables de crecimiento para bovinos Romosinuano en México. *Nova scientia*, 10(21), 310-325. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1595>
- Martínez, R. A., Quiceno, J., Gallego, J., Mateus, H., Rodríguez, O., Medina, P., & Ballesteros, H. (2012). Growth performance of Blanco Orejinegro and Romosinuano bullocks on pasture. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(1), 36-45. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5687227>
- Martínez-Rocha, R. E., Ramírez-Valverde, R., Núñez-Domínguez, R., García-Muñiz, J. G., & Parra-Bracamonte, G. M. (2021). Comportamiento de crecimiento y reproductivo en hembras bovinas Romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*, 26(1), e2033-e2033. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2033>

- Mota, L. F. M., Pires, A. V., Mariz, T. M. D. A., Ribeiro, J. D. S., & Bonafé, C. M. (2014). Estructura corporal (Frame size) e influencias no desempenho produtivo de bovinos de corte. Recuperado a partir de http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1508/1/boletim_tecnico_0201_2014_estrutura.pdf
- Musa, A. M., Elamin, K. M., Mohammed, S. A., & Abdalla, H. O. (2011). Morphometric traits as indicators for body weight in Sudanese Kenana cattle. *Online J Anim Feed Res*, 1, 218-222.
- Oliveira, C. A. D., Bombonato, P. P., Baruselli, P. S., Oliveira, J., & Souza, A. D. O. (2001). Pelvimetry and pelvilogy in female mixed buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 38(3), 114-121. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962001000300004>
- Ossa Saraz, G., David Hinestroza, A., Santana Rodríguez, M., Reza García, S., Pérez García, J., & Abuabara Pérez, Y. (2013). Formación, desarrollo y caracterización fenotípica de los caracteres productivos y reproductivos del hato Romosinuano del banco de germoplasma de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 231-243. 10.21930/rcta.vol14_num2_art:503
- Quintana-Utra, M. D., Preval-Aimerich, B., & Paihama-Daniel, K. (2019). Effect of body condition on the ovarian activity in cows. *Pastos y Forrajes*, 42(3), 181-185. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2148>
- Riera-Nieves, M., Vila-Vals, V., Nieves-Crespo, L., Pérez-Arevalo, M. L., & Gavidia-Terán, J. I. (2012). Morphological characterization of bodily features used in linear evaluation of the bovine breed Carora. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal-AICA*. 51-55. Recuperado a partir de http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo007_AICA2012.pdf
- Rocha, J. F., Gallego, J. L., Vásquez, R. F., Pedraza, J. A., Echeverri, J., Cerón-Muñoz, M. F., & Martínez, R. (2012). Estimación de parámetros genéticos para edad al primer parto e intervalo entre partos en poblaciones bovinas de la raza Blanco Orejinegro (BON) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 220-228. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023555007.pdf>
- Roche, J. R., Macdonald, K. A., Burke, C. R., Lee, J. M., & Berry, D. P. (2007). Associations among body condition score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 376-391. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72639-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72639-5)
- Ruales, F. R., & Perdomo, C. M. (2007). Uso del análisis de componentes principales para construir un índice tipo producción en ganado Romosinuano (*Bos taurus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 124-128. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023034004.pdf>
- Santana, M. L., Eler, J. P., Cucco, D. D. C., Bignardi, A. B., & Ferraz, J. B. S. (2013). Genetic associations between hip height, body conformation scores, and pregnancy probability at 14 months in Nelore cattle. *Livestock Science*, 154(1-3), 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.02.018>
- Shahid, B., Abbasi, K. Z., Khan, M., & Awan, F. S. (2022). Morphometric, productive and reproductive traits in indigenous cattle of northern azad jammu & kashmir. *Journal of animal and plant sciences-japs*, 32(3), 670-679. <http://doi.org/10.36899/JAPS.2022.3.0468>

- Silveira, D. D., Souza, F. R. P., Brauner, C. C., Ayres, D. R., Silveira, F. A., Dionello, N. J. L., & Boligon, A. A. (2015). Body condition score of Nelore cows and its relation with mature size and gestation length. *Livestock Science*, 175, 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.013>
- Wenceslau, A. A., Lopes, P. S., Teodoro, R. L., Verneque, R. D. S., Euclides, R. F., Ferreira, W. J., & Silva, M. D. A. (2000). Estimate of genetic parameters of conformation traits, milk production and age at first calving in dairy Gyr breed cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(1), 153-158. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100021>