

Desarrollo corporal y reproductivo en novillas Brahman y Simbrah mantenidas bajo condiciones de trópico húmedo

Alfonso Juventino Chay-Canul¹, Nadia Florencia Ojeda-Robertos¹,
Víctor Hugo Severino-Lendecky² y Jorge Alonso Peralta-Torres^{1,*}

¹ División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

² Centro de Estudios Etnoagropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la relación entre el desarrollo corporal y el estado reproductivo en novillas Brahman y Simbrah prepúberes, mantenidas bajo condiciones de trópico húmedo. Se utilizaron 38 novillas: Brahman ($n = 19$) con 14,8 meses de edad y 242,2 kg de peso vivo, y Simbrah ($n = 19$) de 15,0 meses de edad y 244,4 kg de peso vivo. Se evaluó la ganancia diaria de peso (GDP), condición corporal (CC), y largo y ancho de pelvis (LP y AP) como indicadores del desarrollo corporal. El diámetro ovárico y uterino (DO y DU), medidos por ultrasonografía, fueron considerados como indicadores del desarrollo del aparato reproductor. No se encontraron diferencias ($P > 0,05$) en las variables de estudio entre las dos razas. El 89,5 % de las hembras Brahman y el 94,7 % de las Simbrah alcanzaron la pubertad con 17 meses de edad y con pesos de 269,4 kg y 271,4 kg, respectivamente. Las GDP para el periodo evaluado fueron de 420,2 g/día y 462,0 g/día, y la CC fue de 4 y 5 puntos para las novillas Brahman y Simbrah, respectivamente. El DU con que ovularon fue 14,7 mm y 15,1 mm en ambas razas ($P > 0,05$). El peso a la pubertad estuvo correlacionado ($P < 0,001$) con la edad, el LP, AP y DU. Se concluye que la edad y el peso a la pubertad están relacionados con la CC y las medidas pélvicas, las cuales pueden usarse como elementos de predicción de la pubertad en novillas Brahman y Simbrah.

Palabras clave: Diámetro uterino, cuerpo lúteo, medidas corporales, peso, pubertad.

Body and reproductive development in Brahman and Simbrah heifers reared under humid tropical conditions

Abstract

The aim of this study was to evaluate the relationship between body development and reproductive status in prepubertal Brahman and Simbrah heifers maintained under humid tropical conditions. A total of 38 heifers were used: Brahman heifers ($n = 19$) aged 14.8 months and weighing 242.2 kg live weight, and Simbrah heifers ($n = 19$) aged 15.0 months and weighing 244.4 kg live weight. Daily weight gain

* Autor para correspondencia: jorge.peralta@ujat.mx

Cita del artículo: Chay-Canul A.J., Ojeda-Robertos N.F., Severino-Lendecky V.H., Peralta-Torres J.A. (2025). Desarrollo corporal y reproductivo en novillas Brahman y Simbrah mantenidas bajo condiciones de trópico húmedo. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 121(2): 173-182. <https://doi.org/10.12706/itea.2025.003>



(DWG), body condition score (BCS), and pelvic length and width (PL and PW) were evaluated as indicators of body development. Ovarian and uterine diameter (OD and UD), measured by ultrasonography, were considered indicators of reproductive system development. No statistical differences ($P > 0.05$) were found in the study variables between the two breeds. Results showed that 89.5 % of Brahman and 94.7 % of the Simbrah heifers reached puberty at 17 months of age, weighing 269.4 kg and 271.4 kg, respectively. The DWB for the evaluated period was 420.2 g/day and 462.0 g/day, and the BCS was 4 and 5 points for Brahman and Simbrah heifers, respectively. The UD at which they ovulated was 14.7 mm and 15.1 mm in both breeds ($P > 0.05$). Weight at puberty was correlated ($P < 0.001$) with age, PL, PW and UD. It is concluded that age and weight at puberty are related to BCS and pelvic measurements, which can be used as predictors factors of puberty in Brahman and Simbrah heifers.

Keywords: Uterine diameter, corpus luteum, body measurements, body weight, puberty.

Introducción

En México, la mayor parte del ganado bovino se encuentra en regiones tropicales donde predominan las altas temperaturas y humedad excesiva, y la alimentación se basa principalmente en pastoreo extensivo. Una consecuencia no deseada de estas condiciones medioambientales ha sido una disminución en la productividad y precocidad (Nogueira, 2004). Por lo anterior, la edad en que se presenta la pubertad en zonas tropicales es variable.

La pubertad en las novillas es iniciada como la exhibición del primer estro, acompañado de una ovulación y la formación de un cuerpo lúteo (CL; Kinder et al., 1987). Algunos de los factores que influyen en la edad a la pubertad son el genotipo, la época de nacimiento (Mejía-Baustista et al., 2010), los factores de tipo social (Garverick y Smith, 1993), la presencia de machos (Quadros y Lobato, 2004) y la implementación de tratamientos hormonales (Cardoso et al., 2011). Asimismo, las condiciones de manejo y alimentación durante la etapa de desarrollo de las hembras definen el inicio a la pubertad, ya que cualquier escasez nutricional ocasionará bajas ganancias de peso y retraso en el inicio de la actividad reproductiva (Yavas y Walton, 2000; Mejía-Baustista et al., 2010).

También existe una marcada diferencia en la edad a la pubertad entre hembras *Bos taurus* y *Bos indicus*, donde las primeras tienden a mostrar la pubertad a una edad más temprana (Rodrigues et al., 2002; Nogueira, 2004; Mejía-Baustista et al., 2010). Por otro lado, las novillas que alcanzan la pubertad a edades tempranas implican un menor costo de producción que aquellas con edades tardías (Canal et al., 2020), así como mayor productividad a lo largo de su vida (Perry, 2016).

En este sentido, los productores utilizan el peso vivo como principal criterio para poner a cubrir sus novillas, usualmente cuando alcanzan 350 kg en promedio (sin importar su edad), lo cual, en muchas ocasiones, se realiza sin conocer su estado reproductivo. Ante esto, es de gran importancia establecer medidas corporales indirectas, como el ancho y largo de la pelvis, que se relacionan con el desarrollo esquelético en hembras (tamaño corporal; Bretschneider et al., 2014; Herrera-López et al., 2018; Cruz-Tamayo et al., 2024), que puedan servir para predecir el peso vivo y el desarrollo del aparato reproductor (Holm et al., 2016). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar y determinar la relación entre el desarrollo corporal y el estado reproductivo en novillas Brahman y Simbrah prepúberes bajo condiciones de trópico húmedo.

Material y métodos

Ubicación del estudio

El experimento se llevó a cabo en un rancho ubicado en el municipio de Centro, Tabasco, México. El clima en la zona es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano (AW₁), con temperatura media anual de 33,6 °C y precipitación pluvial anual de 2,237 mm (INEGI, 2023). El estudio comprendió los meses de marzo a julio (época seca).

Animales y manejo

Se utilizaron 38 novillas prepúberes de las razas Brahman (n = 19) y Simbrah (n = 19), con edad promedio de 14,8 ± 2,1 meses y 244,4 ± 28,4 kg de peso. Los animales nacieron y crecieron en la misma unidad de producción y posterior a su destete fueron agrupadas con novillas de diferentes edades. Las novillas fueron alimentadas con pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) bajo un sistema de pastoreo rotacional, suplementadas con 2 kg/novilla-día de ensilado de maíz (*Zea mays*), sal mineral y agua *ad libitum*.

En las evaluaciones ginecológicas con ultrasonido en tiempo real (Mindray DP50® Vet, USA) no se encontraron CL en las cuatro ocasiones previas al inicio del estudio (0, 7, 14 y 21 días), de manera que todas fueron consideradas como novillas prepúberes. Además, se contó con las tarjetas de registro que indicaban la fecha de nacimiento y el peso.

Actividad ovárica

La actividad ovárica y el desarrollo reproductivo de las novillas se determinaron cada 21 días mediante una palpación transrectal y con el equipo de ultrasonido. Se registró el folículo de mayor diámetro, la presencia de CL, el diámetro ovárico (el promedio de la medida de ancho por largo) y el diámetro

uterino (inmediatamente craneal a la bifurcación). Este último se clasificó en pequeño (≤ 9 mm), mediano (10-15 mm) y grande (≥ 16 mm) (Anderson et al., 1991; Cutaia et al., 2006). Para el presente estudio, se consideró que la pubertad se presentó cuando se observó la presencia de un CL en el ovario (Rodrigues et al., 2002), detectado mediante ultrasonografía. Se confirmó la presencia del CL los días 7 y 14 después de observado. Las novillas que no ovularon fueron muestreadas hasta los 20 meses de edad.

Desarrollo corporal

Se determinó la ganancia diaria de peso (GDP), se midió la condición corporal (CC) y las medidas pélvicas, cada cuatro semanas (Gutierrez et al., 2014). Las novillas fueron pesadas mensualmente en una báscula digital (Wim-Systems®, LP7510). La GDP se determinó por regresión, considerando la pendiente de la regresión como la tasa de GDP. La CC se estimó por observación visual en escala de 1 a 9, donde 1 es emaciada y 9 es obesa (Ayala et al., 1995).

El ancho de pelvis (AP) comprendió la distancia existente entre las alas del ilion. El largo de la pelvis (LP) se midió por la distancia entre las alas del ilion y la tuberosidad isquiática (Deutscher, 1991). El AP y el LP se midieron con una forcípula de 65 cm (Haglof®, Suecia) aplicando la técnica descrita por Bretschneider et al. (2014) y Herrera-López et al. (2018).

Diseño experimental y análisis estadístico

Las novillas fueron asignadas de acuerdo con la raza (Brahman y Simbrah). Los estadísticos descriptivos que muestran el desarrollo corporal y el estado reproductivo de las novillas hasta alcanzar la pubertad fueron determinados utilizando el procedimiento *means* del SAS (SAS, 2015). La comparación entre las dos razas se hizo con una prueba de "t" de Student no

Resultados

pareados, bajo el procedimiento *ttest* del SAS. El porcentaje de novillas púberes fue analizado mediante una prueba de Chi-cuadrado del SAS. El grado de asociación de las variables (peso a la pubertad, edad, CC, AP, LP, diámetro ovárico y diámetro uterino) se determinó con un análisis de correlación de Pearson, bajo el procedimiento *corr* del SAS (SAS, 2015).

Los valores promedios de las variables al inicio del estudio fueron similares entre razas ($P > 0,05$; Tabla 1). Los promedios de ambas razas para la edad inicial, peso inicial, AP, LP, diámetro uterino y diámetro ovárico fueron $14,8 \pm 2,1$ meses; $244,4 \pm 28,4$ kg; $27,0 \pm 2,9$ cm; $32,2 \pm 1,5$ cm; $9,6 \pm 1,2$ mm y $10,4 \pm 1,5$ mm, respectivamente.

Tabla 1. Promedio $\pm$ desviación estándar de la edad, peso y medidas pélvicas y ováricas al inicio del estudio según la raza de las novillas.
Table 1. Mean $\pm$ standard deviation of age, weight and pelvic and ovarian measurements at the beginning of the study according to the breed of heifers.

Variable	Brahman	Simbrah	Coeficiente de variación	Valor de P
Novillas	19	19		
Edad inicial (m)	14,52 $\pm$ 1,83	15,05 $\pm$ 2,34	10,43	0,57
Peso inicial (kg)	242,21 $\pm$ 28,57	246,68 $\pm$ 24,58	7,32	0,60
AP (cm)	27,26 $\pm$ 3,01	27,13 $\pm$ 3,29	9,93	0,89
LP (cm)	32,55 $\pm$ 1,43	32,5 $\pm$ 2,07	5,47	0,92
DU (mm)	10,88 $\pm$ 1,34	9,77 $\pm$ 2,86	21,91	0,20
DO (mm)	11,35 $\pm$ 2,21	11,43 $\pm$ 2,95	22,44	0,94

AP: ancho de pelvis; LP: largo de pelvis; DU: diámetro uterino; DO: diámetro ovárico.

El 92 % (35/38) de las hembras ovularon (89,5 % y 94,7 % de las novillas Brahman y Simbrah, respectivamente) entre los 17 y 18 meses de edad (Figura 1). Las novillas ovularon con una CC de 4 a 5 puntos, y el 56 % (21/38) contaba con un diámetro uterino ≥ 16 mm. En la Tabla 2, se observa que el peso corporal, la GDP, las medidas de pelvis (AP y LP), el diámetro uterino y el diámetro ovárico, fueron similares entre razas ($P > 0,05$).

Al no observarse diferencias entre razas en las variables bajo evaluación, se realizó un análisis de correlación sin tomar en cuenta la ra-

za (Tabla 3). Se observó correlación del peso a la pubertad con la edad, CC, las variables pélvicas y el diámetro uterino ($P < 0,001$).

Discusión

La edad y el peso a la pubertad fueron similares en ambos grupos raciales, y estas variables estuvieron altamente correlacionadas. Valores superiores han sido reportados por Rodrigues et al. (2002) en novillas Brahman alimentadas a pastoreo, donde la pu-

Tabla 2. Promedio $\pm$ desviación estándar de la edad, peso y medidas pélvicas y ováricas a la primera ovulación¹ según la raza de las novillas.

Table 2. Mean $\pm$ standard deviation of age, weight and pelvic and ovarian measurements at first ovulation¹ according to the breed of heifers.

Variable a la pubertad	Brahman	Simbrah	Coeficiente de variación	Valor de P
Novillas que ovularon (%)	89,50	94,70		0,55
Edad (m)	16,68 $\pm$ 1,76	17,26 $\pm$ 1,99	11,08	0,35
Peso (kg)	269,36 $\pm$ 26,93	271,42 $\pm$ 34,75	11,34	0,84
GDP (g/día)	420,26 $\pm$ 165,29	462,00 $\pm$ 192,24	40,20	0,48
AP (cm)	35,21 $\pm$ 2,20	34,52 $\pm$ 1,71	5,66	0,29
LP (cm)	38,42 $\pm$ 2,19	38,15 $\pm$ 1,60	4,96	0,67
DU (mm)	14,74 $\pm$ 1,83	15,12 $\pm$ 1,61	11,51	0,50
DO (mm)	12,88 $\pm$ 1,06	13,96 $\pm$ 1,44	10,19	0,20

GDP: ganancia diaria de peso (g/día); AP: ancho de pelvis (cm); LP: largo de pelvis (cm); DU: diámetro uterino (mm); DO: diámetro ovárico (mm).

¹ Edad a la primera ovulación seguida de la formación de un cuerpo lúteo de duración normal.

Tabla 3. Coeficiente de correlación entre peso y edad a la pubertad, medidas corporales y reproductivas en novillas Brahman y Simbrah.

Table 3. Correlation coefficient between weight and age at puberty, body and reproductive measurements in Brahman and Simbrah heifers.

Variable	Peso a la pubertad	Edad a la pubertad	Condición corporal	Largo de pelvis	Ancho de pelvis	Diámetro uterino
Peso a la pubertad	1					
Edad a la pubertad	0,88***	1				
Condición corporal	0,70***	0,74***	1			
Largo de pelvis	0,63***	0,55**	0,41**	1		
Ancho de pelvis	0,64***	0,55**	0,38**	0,68***	1	
Diámetro uterino	0,54***	0,19 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,41**	0,53***	1
Diámetro ovárico	0,21 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,27 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,54***

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; ^{ns}: no significativo.

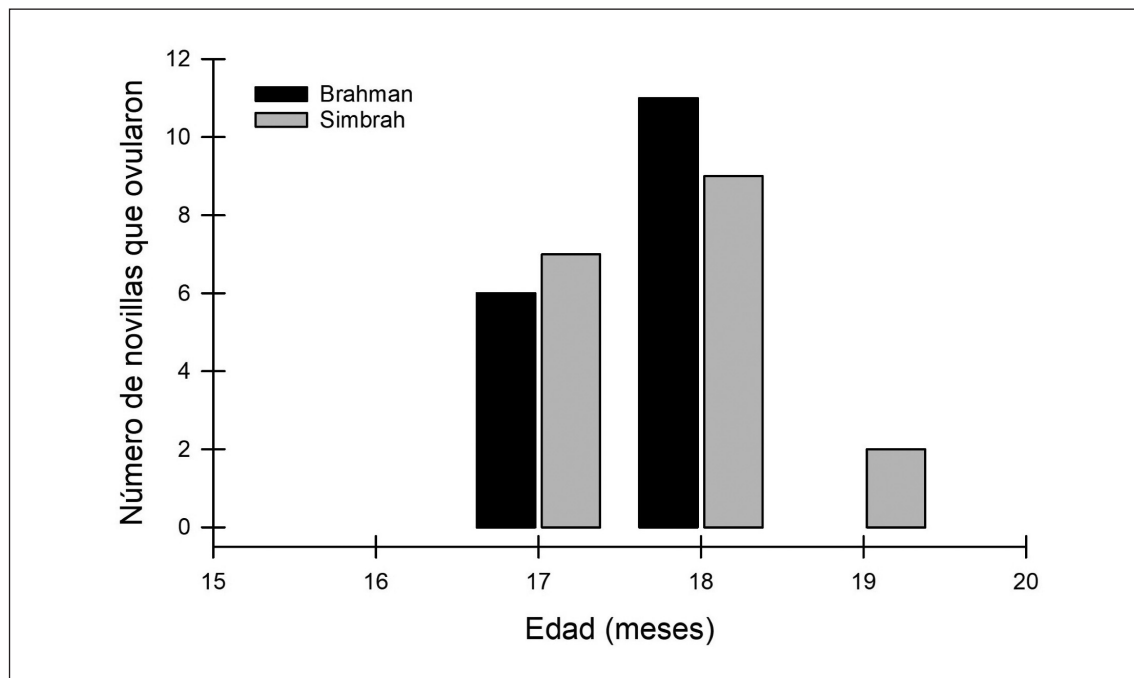


Figura 1. Distribución de las novillas que presentaron la pubertad de acuerdo a su edad.

Figure 1. Distribution of heifers that presented puberty according to their age.

bertad se presentó a los 22,6 meses con un peso de 299 kg. Asimismo, Johnston *et al.* (2009) reportaron la edad a la pubertad de 25 meses con peso de 334 kg en novillas Brahman, en tanto que Grajales *et al.* (2006) reportaron una edad de 23,7 meses y peso de 400 kg en hembras Cebú.

La edad y el peso son determinantes para que las novillas alcancen la pubertad. Las novillas de carne generalmente presentan la pubertad cuando alcanzan entre el 55 % y 60 % del peso corporal maduro (Funston y Deutscher, 2004). En este sentido, el peso en el que se alcanzó la pubertad en el presente estudio fue, en promedio, 270 kg, lo que representaría aproximadamente un peso adulto de las hembras de 450 kg a 490 kg, lo que se relaciona con el peso vivo de las madres que se encuentran el mismo rancho.

La edad de la pubertad en las novillas de carne está determinada por la genética, la nutrición y el medio ambiente (Lardner *et al.*, 2014; Roberts *et al.*, 2017). Samadi *et al.* (2014) indican que las novillas Brahman presentaron la pubertad entre los 16 y 23 meses de edad. Los resultados del presente estudio no mostraron diferencias en la edad en que se presentó la pubertad en las novillas Brahman y Simbrah. Sin embargo, el factor social pudo haber influido en mayor grado en la presentación de la pubertad (Fiol *et al.*, 2017), ya que las novillas estuvieron con grupos de hembras de diversas edades, incluyendo novillas púberes. Lo anterior pudo estar relacionado con los resultados aquí presentados, sin que importara el genotipo de las novillas utilizadas.

La GDP del presente estudio fue similar en comparación con el estudio de Romano *et al.*

(2007), evaluando novillas Nelore en condiciones de pastoreo con GDP de 447 g/día. Asimismo, Lima et al. (2008) reporta GDP de 520 g/día en novillas Girolando. Algunos estudios sugieren que la mejora en la nutrición influye a través de cambios en los sustratos metabólicos (glucosa y aminoácidos) y en las concentraciones circulantes de hormonas metabólicas, en lugar de efectos directos sobre las hormonas reproductivas (Samadi et al., 2014; Abeni et al., 2019; D'Occhio et al., 2019). Los promedios de GDP se deben principalmente a que el estudio se realizó en la época de seca (marzo a julio), cuando la disponibilidad y calidad del forraje son menores. En este sentido, la nutrición tiene un papel clave en el inicio de la pubertad en el ganado bovino, y las GDP reportadas en el presente estudio son lo característico bajo condiciones de pastoreo, a pesar de la época en que se realizó el estudio. Sin embargo, se demuestra que las novillas se encontraban en un balance energético positivo y que las hembras Simbrah se han adaptado a las condiciones ambientales adversas del trópico húmedo.

El AP y LP fueron similares con lo reportado por Abud et al. (2018) en hembras Nelore. Se ha reportado que el ancho de la cadera mostró ser una buena variable predictora del peso vivo e indicativo del desarrollo del tejido óseo de los animales. Además, esta medida se ubica en el tren posterior, justamente donde se concentra el mayor peso corporal del animal (Bretschneider et al., 2014; Herrera-López et al., 2018; Cruz-Tamayo et al., 2024). Así, si la cadera es más ancha, podría esperarse que soportara una mayor acumulación de músculo y grasa en esta región corporal. Por lo tanto, las mediciones anatómicas, como indicadores del tamaño del esqueleto, pueden reflejar el verdadero tamaño y desarrollo de las hembras de reemplazo (Herrera-López et al., 2018; Cruz-Tamayo et al., 2024).

El 92 % (35/38) de las hembras que ovularon en ambos grupos presentaron una CC de 4 a

5 puntos, y el 56 % (21/38) contaba con un diámetro uterino ≥ 16 mm. Morato (2011) reporta que en novillas Nelore la pubertad se presentó en el 51,8 % de las hembras con una CC de 5 puntos (escala 1-9) y un diámetro uterino de 11,7 mm. Asimismo, Johnston et al. (2009) reportan que la primera ovulación en novillas Brahman fue con una CC de 5 puntos (escala de 1-9) y un diámetro uterino 13,5 mm, mientras que Chelikani et al. (2003) observaron que novillas Holstein presentaron la pubertad con una CC de 2,6 puntos (escala de 1-5). La importancia de la CC reside en que es un reflejo de la condición nutricional, desarrollo muscular y depósito de grasa del animal (D'Occhio et al., 2019). Abud et al. (2018) indican que una adecuada CC favorece un inicio más rápido de su vida reproductiva y una mejor tasa de gestación.

Las asociaciones y correlaciones en las variables para determinar el desarrollo corporal y reproductivo del presente estudio concuerdan con los resultados obtenidos por Abud et al. (2018), quienes encontraron que las características de LP y AP muestran altas correlaciones ($r > 0,60$) con la edad y el peso. De igual forma, indican que las medidas de LP y AP están ligadas a la reproducción, ya que los animales que tienen mayores medidas presentan mayor facilidad de parto, disminuyendo con ello la probabilidad de parto distócico (Nogalski y Mordas, 2012).

Por último, Guillen-Alvarado et al. (2023) realizaron un estudio en condiciones climáticas favorables, en sistema estabulado (corrales), con dietas especiales para diferentes etapas (crecimiento y reproducción), con animales procedentes de fincas diferentes (Brahman y Simbrah). En este estudio, las novillas Simbrah presentaron mayor ganancia de peso, lo que se relacionó con la ciclicidad (presencia de CL). Esto difiere del presente estudio, que fue realizado en condiciones de pastoreo (pastos nativos), lo que representa los sistemas de crianza tradicionales en condiciones de trópico húmedo mexicano.

Conclusiones

En las condiciones del presente estudio, el desarrollo corporal y reproductivo fue similar en novillas Brahman y Simbrah que presentaron la pubertad. Las variables corporales, como ancho y largo de pelvis, pueden usarse como elementos de predicción de la pubertad en novillas Brahman y Simbrah. Se debe tener especial énfasis del inicio de la pubertad porque contribuye en mejorar los índices productivos existentes en condiciones de trópico húmedo.

Agradecimientos

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por el apoyo otorgado y a la familia Bustamante León por los animales aportados.

Referencias bibliográficas

- Abeni F., Petrera F., Le Cozler Y. (2019). Effects of feeding treatment on growth rates, metabolic profiles and age at puberty, and their relationships in dairy heifers. *Animal* 13: 1020-1029. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002422>.
- Abud L.J., Abud C.O.G., Costa G.L., Fioravanti M.C.S., Martins C.F., Pimentel C.M.M., Sereno J.R.B. (2018). Correlation between age, weight and body measures at first pregnancy of Nelore heifers. *Archives of Veterinary Science* 23(3): 80-88. <https://doi.org/10.5380/avs.v23i3.48642>.
- Anderson K.J., LeFever D.G., Brinks J.S., Odde K.G. (1991). The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agriculture Practice* 12: 19-26.
- Ayala A., Honhold N., Delgado R., Magaña J. (1995). A visual condition scoring scheme for *Bos indicus* and crossbred cattle. Dual purpose cattle production research, Proceedings of the IFS/FMVZ-UADY international Workshop, 23-27 marzo 1992, Mérida, México. pp 119-128.
- Bretschneider G., Cuatrin A., Arias D., Vottero D. (2014). Estimation of body weight by an indirect measurement method in developing replacement Holstein heifers raised on pasture. *Archivos de Medicina Veterinaria* 46: 439-443. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000300014>.
- Canal L.B., Fontes P.L.P., Sanford C.D., Mercadante V.R.G., DiLorenzo N., Lamb G.C., Oosthuizen N. (2020). Relationships between feed efficiency and puberty in *Bos taurus* and *Bos indicus* -influenced replacement beef heifers. *Journal of Animal Science* 98: skaa319. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa319>.
- Cardoso D., Guerra F.F., Peiró J.R., Perri S.H., Nogueira G.P. (2011). Changes in luteinizing hormone secretion after estradiol treatment in prepubertal Nelore heifers. *Canadian Journal of Veterinary Research* 75(3): 237-240.
- Chelikani P.K., Ambrose J.D., Kenelly J.J. (2003). Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics in dairy heifers. *Theirionology* 60: 707-725. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00088-8](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00088-8).
- Cutaia L., Peres L., Pincinato D., Bó G.A. (2006). Influence of uterine diameter, ovarian size and ovarian structures on fertility in 15 month old cross-bred Bonsmara heifers inseminated at Fixed-Time. 20th Brazilian Embryo Technology Society (SBTE) Annual Meeting, 24-27 agosto, Araxá, MG, Brazil. *Acta Scientiae Veterinariae* 34 (Supplement 1): 387.
- Cruz-Tamayo A.A., Ramírez-Bautista M.A., Mota-Rojas D., Escobar-España J.C., García-Herrera R., Gurgel A.L.C., Dias-Silva T.P., de Araújo M.J., Santana J.C.S., Aguiar I.O.M., Ítavo L.C.V., Chay-Canul A.J. (2024). Relationship between body weight and hip width in dairy buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Dairy Research* 30: 1-4. <https://doi.org/10.1017/S0022029924000311>.
- Deutscher G.H. (1991). Pelvic measurements for reducing calving difficulty. NebGuide. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension 325. 7 pp.

- D'Occhio M.J., Baruselli P.S., Campanile G. (2019). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review. *Theriogenology* 125: 277-284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>.
- Fiol C., Carriquiry M., Ungerfeld R. (2017). Social dominance in prepubertal dairy heifers allocated in continuous competitive dyads: Effects on body growth, metabolic status, and reproductive development. *Journal of Dairy Science* 100(3): 2351-2359. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11840>.
- Funston R.N., Deutscher G.H. (2004). Comparison of target breeding weight and breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf performance. *Journal of Animal Science* 82: 3094-3099. <https://doi.org/10.2527/2004.82103094x>.
- Garverick H.A., Smith M.F. (1993). Female reproductive physiology and endocrinology of cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 9: 223-247. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30643-5](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30643-5).
- 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 of Rural Development* 18: 139.
- Gutierrez K., Kasimanickam R., Tibary A., Gay J.M., Kastelic J.P., Hall J.B., Whittier W.D. (2014). Effect of reproductive tract scoring on reproductive efficiency in beef heifers bred by timed insemination and natural service versus only natural service. *Theriogenology* 81(7): 918-924. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.008>.
- Herrera-López S., García-Herrera R., Chay-Canul A.J., González-Ronquillo M., Macias-Cruz U., Diaz-Echeverria V.F., Casanova-Lugo F., Piñeiro-Vázquez A. (2018). Desarrollo y evaluación de una ecuación para predecir el peso vivo en novillas cruzadas usando el ancho de cadera. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 114(4): 368-377. <https://doi.org/10.12706/itea.2018.022>.
- Holm D.E., Nielen M., Jorritsma R., Irons P.C., Thompson P.N. (2016). Ultrasonographic reproductive tract measures and pelvis measures as predictors of pregnancy failure and anestrus in restricted bred beef heifers. *Theriogenology* 85(3): 495-501. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.031>.
- INEGI (2023). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=07048> (consultado: 15/12/2023).
- Johnston D.J., Barwick S.A., Corbet N.J., Fordyce G., Holroyd R.G., Williams P.J., Burrow H.M. (2009). Genetics of heifer puberty in two tropical beef genotypes in northern Australia and associations with heifer and steer-production traits. *Animal Production Science* 49: 399-412. <https://doi.org/10.1071/EA08276>.
- Kinder J., Day M., Kittok R. (1987). Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. *Journal of Reproduction and Fertility* 34: 167-186.
- Lardner H.A., Damiran D., Hendrick S., Larson K., Funston R. (2014). Effect of development system on growth and reproductive performance of beef heifers. *Journal of Animal Science* 92(7): 3116-3126. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7410>.
- Lima C.S., Gambarini M.L., Viu M.A.O., Filho B.D.O., Santos F.C., Caixeta L.S. (2008). Efeito da bioestimulação, monensina e somatotropina recombinante bovina sobre o ganho médio diário e início da puberdade em novilhas girolando criadas a pasto. *Archives of Veterinary Science* 13: 93-97.
- Mejía-Baustista G.T., Magaña J.G., Segura-Correa J.C., Delgado R., Estrada-León R.J. (2010). Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12: 289-301.
- Morato F.M. (2011). Puberdade em novilhas nelore provenientes de duas linhas de seleção para peso. Tesis Doctoral. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Jaboticabal, Brasil. 70 pp.

- Nogalski Z., Mordas W. (2012). Pelvic parameters in Holstein-Friesian and Jersey heifers in relation to their calving. *Pakistan Veterinary Journal* 32: 507-510.
- Nogueira G.P. (2004). Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. *Animal Reproduction Science* 82-83: 361-372. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.007>.
- Perry G.A. (2016). Factors affecting puberty in replacement beef heifers. *Theriogenology* 86: 373-378. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.051>.
- Quadros S.A., Lobato J.F. (2004). Bioestimulação e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33: 679-683. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000300016>.
- Roberts A.J., da Silva A.G., Summers A.F., Geary T.W., Funston R.N. (2017). Developmental and reproductive characteristics of beef heifers classified by pubertal status at time of first breeding. *Journal of Animal Science* 95: 5629-5636. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1873>.
- Rodrigues H.D., Kinder J.E., Fitzpatrick L.A. (2002). Estradiol regulation of luteinizing hormone secretion in heifers of two breed types that reach puberty at different ages. *Biology of Reproduction* 66: 603-609. <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.3.603>.
- Romano M.A., Barnabe V.H., Kastelic J.P., De Oliveira C.A., Romano R.M. (2007). Follicular dynamics in heifers during pre-pubertal and pubertal period kept under two levels of dietary energy intake. *Reproduction in Domestic Animals* 42: 616-622. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00832.x>.
- Samadi F., Blache D., Martin G.B., D'Occhio M.J. (2014). Nutrition, metabolic profiles and puberty in Brahman (*Bos indicus*) beef heifers. *Animal Reproduction Science* 146: 134-142. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.03.004>.
- SAS (2015). SAS User's Guide: Statistics (version 9.4 ed.) SAS Inst. Inc. Cary NC, USA.
- Yavas Y., Walton J.S. (2000). Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 54: 25-55. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00323-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00323-X).
- (Aceptado para publicación el 10 de febrero de 2025)