

Evaluación genética para edad al primer parto en ganado Carora en Venezuela

Genetic evaluation for age at first calving in Carora cattle from Venezuela

JOSÉ RAÚL PÉREZ GONZÁLEZ

Universidad Politécnica Territorial de Maracaibo

 <https://orcid.org/0009-0007-2442-486X> Email: Josejrpg1995@gmail.com

ERNESTO JOSÉ JIMÉNEZ QUINTERO

Asociación Venezolana de criadores ganado Carora (ASOCRICA)

Email: Ejimenez406@gmail.com

DAVID DANIEL MORALES VALLADARES

Universidad del Zulia

Email: Davidmorales197913@gmail.com

Resumen

En la actualidad, los programas de mejora productiva en las fincas de ganado bovino pudieron utilizar los avances científicos y técnicos para optimizar sus resultados. El objetivo de este estudio fue estimar los parámetros y valores genéticos para la edad al primer parto (EPP) en ganado Carora, con el fin de identificar a los animales genéticamente superiores y así mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños. Se analizaron 628 datos de EPP de hembras vacunas Carora puras y cruzadas en varios estados de Venezuela (Barinas, Portuguesa, Falcón, Lara, Mérida, Yaracuy y Zulia), distribuidos en 19 fincas a lo largo de 28 años (1994-2022). Para estimar los efectos de los factores finca, año de nacimiento y componente racial, se usó un modelo lineal mixto. Los componentes de varianza y la heredabilidad fueron estimados mediante el método REML. La media para EPP en este estudio correspondió a 1158.15 ± 214.345 días, con un CV de 18.507 %. Las pruebas F para los factores año de nacimiento y finca fueron de 2.06 y 3.72, con valores P de 0.0022 y 0.0001 respectivamente, los cuales fueron menores a 0.05 (5%). Este resultado indicó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de los factores fijos año de nacimiento y finca. El estimador de h^2 para EPP encontrado fue de 0.741 (74.1 %), el cual perteneció al rango de heredabilidad alta. Los rangos de los PTA fueron desde -127 hasta +293. La heredabilidad para EPP en ganado Carora fue alta, lo que significó que la aplicación de selección genética para EPP en este tipo de ganado mostró una buena respuesta a la selección. Los efectos de año de nacimiento y finca fueron estadísticamente significativos y, por lo tanto, afectaron la EPP.

Palabras clave: Carora, PTA, valor genético, heredabilidad.

Abstract

Currently, productive improvement programs on bovine cattle farms were able to utilize scientific and technical advancements to optimize their results. The objective of this study was to estimate the genetic parameters and values for age at first calving (AFC) in Carora cattle, with the aim of identifying genetically superior animals and thereby improving the reproductive efficiency of the herds. A total of 628 AFC records from purebred and crossbred Carora female cattle in several states of Venezuela (Barinas, Portuguesa, Falcón, Lara, Mérida, Yaracuy, and Zulia), distributed across 19 farms over 28 years (1994-2022), were analyzed. To estimate the effects of farm, birth year, and breed composition factors, a mixed linear model was used. Variance components and heritability were estimated using the REML method. The mean for AFC in this study corresponded to 1158.15 ± 214.345 days, with a CV of 18.507%. The F-tests for birth year and farm factors were 2.06 and 3.72, with P-values of 0.0022 and 0.0001 respectively, which were less than 0.05 (5%). This result indicated that statistically significant differences existed between the levels of the fixed factors birth year and farm. The estimated h^2 for AFC found was 0.741 (74.1%), which belonged to the high heritability range. The ranges of the PTA were from -127 to +293. The heritability for AFC in Carora cattle was high, which meant that the application of genetic selection for AFC in this type of cattle showed a good response to selection. The effects of birth year and farm were statistically significant and, therefore, affected AFC.

Keywords: Carora, PTA, genetic value, heritability.

Introducción

En la actualidad, los programas de mejora productiva en las fincas de ganado bovino utilizan los avances científicos para lograr la eficiencia del sistema. La eficiencia reproductiva depende tanto de factores genéticos como de factores ambientales, tales como la nutrición, sanidad y bienestar animal (González, 2001).

Entre las distintas estrategias existentes para alcanzar los objetivos propuestos en un sistema de producción animal, los programas de mejora genética (selección y apareamientos) tienen la tarea de generar animales con índices productivos y reproductivos, con buenos rendimientos, logrando una mejor economía del sistema (Gómez y Quintero, 2008).

La identificación eficaz de los animales es el paso principal para poder llevar de manera eficaz los registros productivos. Toda identificación debe constituirse en un sistema confiable, único y perdurable en el tiempo para que cumpla su función y evite así la pérdida de información. En la actualidad existen diversos sistemas de identificación en el mercado que van desde el tatuaje, pasando por los aretes y el herraje, hasta llegar a los de última generación que son los “chips” electrónicos recomendados para ganaderías intensivas, ya que permiten un manejo “cuasi” personalizado de los animales (Villasmil & Aranguren, 2005).

La fertilidad es de primordial importancia económica. Una mayor eficiencia reproductiva conlleva un mayor número de períodos de máxima producción láctea a través de la vida de la vaca, un mayor número de vacas en ordeño, una mayor disponibilidad de animales para selección de reemplazos y mayores ventas de machos para carne o reproducción (Pérez & Gómez, 2005).

La edad al primer parto (EPP) demuestra el manejo reproductivo de las vacas; normalmente se atrasa hasta 4 años de acuerdo con las condiciones de manejo y alimentación de las fincas, y el grupo racial utilizado. Este parámetro se calcula en días (o meses) de vida del animal cuando presentó su primer parto, pero globalmente se calcula como la suma de las edades (meses o días) al primer parto (fecha de parto - fecha de nacimiento) de cada vaca parida dentro de un periodo determinado (época, mes, año) entre el número de vacas de primer parto analizadas en cada periodo. En términos matemáticos, esto es (González, 2001):

$$EPP_p = \frac{\sum y}{n}$$

Donde EPP_p es la edad al primer parto promedio para el rebaño, $\sum y$ es la suma de las edades al primer parto de las vacas y n es el número de vacas y n de primer parto.

En el pasado, la selección visual constituía la principal estrategia de selección en los animales reproductores, pero en la actualidad, la aplicación de la evaluación genética, mediante el uso de la estadística como mecanismo que permite decidir cuáles hembras deben ser descartadas, qué toros no deben ser utilizados como reproductores, qué animales jóvenes incorporar al rebaño, etc., ha tomado gran relevancia. La posibilidad de realizar análisis estadísticos de los datos en forma relativamente sencilla y rápida ha permitido que esta metodología de selección se haya difundido (Verde, 2005).

El objetivo de este estudio, fue el estimar los parámetros y valores genéticos para edad al primer parto, en ganado Carora, con el objetivo de poder identificar a los animales genéticamente superiores y poder mejorar así la eficiencia reproductiva de los rebaños.

Materiales y Métodos

Se analizaron 628 datos de EPP de hembras vacunas Carora puras y cruzadas en varios estados de Venezuela (Barinas, Portuguesa, Falcón, Lara, Mérida, Yaracuy y Zulia), repartidos en 19 fincas a lo largo de 28 años (1994-2022). Para estimar el efecto de los factores finca, año de nacimiento y componente racial, se usó el siguiente modelo estadístico lineal de efectos mixtos::

$$y_{ijklm} = \mu + s_i + a_j + b_k + c_l + e_{ijklm}$$

Donde y_{ijklm} es la EPP de las vacas, μ es el efecto de la media del rebaño, s_i es el efecto del toro, a_j es el efecto del factor finca, b_k es el efecto del factor año de nacimiento, c_l es el efecto del factor componente racial y e_{ijkl} , es el error residual. Los factores μ, a_j, b_k y c_l fueron considerados como fijos mientras que s_i y e_{ijkl} , fueron considerados como aleatorios.

El modelo anterior, en algebra de matrices puede representarse como:

$$y = Xb + Zs + e$$

Donde y es el vector de datos para EPP, X es una matriz de incidencia que relaciona los datos con los efectos fijos, b es un vector de predicciones para los efectos fijos (finca, año de nacimiento y componente racial), Z es una matriz de incidencia que relaciona los datos con el efecto aleatorio del toro, s es un vector de predicciones desconocidas para cada toro y e es un vector de residuales.

La prueba de significación de los efectos fijos, fue la F de Fisher, la cual es un cociente entre cuadrados medios (Castejón, 2011):

$$F = \frac{CM_{factor}}{CM_e}$$

Donde F es la prueba F de Fisher, CM_{factor} es el cuadrado medio del factor fijo y CM_e es el cuadrado medio residual. Valores grandes de la prueba F conducen a valores pequeños de P, donde valores $P < 0.05$ (5%) indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de un factor.

La estructura de covarianza del modelo es:

$$VAR \begin{bmatrix} s \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_s^2 & 0 \\ 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Donde I es una matriz identidad, σ_s^2 es la varianza entre reproductores y σ_e^2 es la varianza residual.

Para estimar la heredabilidad, se requiere dividir la varianza aditiva entre la varianza fenotípica, por lo tanto, la fórmula para la heredabilidad es (Gutiérrez, 2010):

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

Donde h^2 es la heredabilidad, σ_a^2 es la varianza aditiva y σ_p^2 es varianza fenotípica.

El componente aditivo (varianza aditiva) del numerador de la fórmula de h^2 , puede estimarse usando varios procedimientos, uno muy conocido es usar un modelo lineal para estimar σ_s^2 , la cual es $\frac{1}{4}$ de la varianza aditiva, por lo tanto, una fórmula para estimar σ_a^2 es:

$$\sigma_a^2 = 4\sigma_s^2$$

Donde $4\sigma_s^2$ es cuatro veces la varianza entre reproductores, por lo tanto, la heredabilidad puede calcularse como (Pérez y Montiel, 2023):

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_p^2}$$

Otro parámetro de interés es el coeficiente de proporción ambiental, el cual, indica cuanto de las diferencias observadas en el fenotipo (datos) de los animales, son debido a factores no genéticos (ambientales), este coeficiente tiene la siguiente fórmula matemática (Román *et al.*, 2010):

$$e^2 = \frac{\sigma_{ev}^2}{\sigma_p^2}$$

Donde σ_{ev}^2 es la varianza ambiental. El componente de varianza σ_{ev}^2 se calcula usando la diferencia entre σ_p^2 y σ_a^2 por lo tanto, la fórmula para σ_{ev}^2 es (Román *et al.*, 2023):

$$\sigma_{ev}^2 = \sigma_p^2 - \sigma_a^2$$

Por último, la varianza σ_p^2 es la suma de los componentes de varianza:

$$\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_{ev}^2 = \sigma_s^2 + \sigma_e^2$$

Los componentes de varianza fueron estimados usando el método de máxima verosímiles restringida (REML).

Las ecuaciones normales de Henderson, necesarias para encontrar los valores genéticos de los 175 reproductores evaluados, para el modelo anterior vienen dadas por (Roman y Aranguren, 2014):

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + I\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_i \\ s_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

Donde α es un cociente entre la varianza residual y la varianza entre reproductores (Pérez, 2022):

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_s^2}$$

Programas Utilizados

Para estimar un el componente de varianza, se utilizó el sistema de análisis estadístico SAS versión 9.1, usando el procedimiento MIXED.

Resultados y Discusiones

En la Tabla 1 se presentan las estadísticas descriptivas generales:

Tabla 1
 Estadísticas descriptivas para EPP

Variable	N	MEDIA	DE	CV
EPP	628	1158.15días	214.345 días	18.507 %

N: tamaño de la muestra; DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación

La media para EPP en este estudio corresponde a 1158.15 ± 214.345 días, con un CV de 18.507 %. Estos resultados indican que las vacas tienen una EPP homogénea ($CV < 20\%$). Estos resultados sugieren que la EPP del ganado Carora es buena, ya que los animales se preñan aproximadamente a los 873.15 días, es decir, a los 2.39 años de edad aproximadamente. Según Wilches *et al.* (2003), en ganado vacuno doble propósito, la media de EPP es de 1109.6 días, lo que corresponde a 3.04 años. Estos resultados son inferiores a los encontrados en la presente investigación. Según Osorio y Correa (2010), la EPP en ganado Brahman es de 1472 ± 15.9 días de edad, el cual es un resultado superior al encontrado en esta investigación. Según Duitama *et al.* (2013), la EPP en ganado vacuno Brahman fue de 1206 ± 149 días, lo cual es un resultado superior a los presentados en este estudio.

En un estudio más reciente, Vásquez y Molina (Vazquez y Molina, 2021) encontraron una EPP de 41 a 42.8 meses (1230 y 1284 días) en ganado Cebu, los cuales son nuevamente superiores a los encontrados en el presente estudio. Ossa et al. (Ossa y col, 2007), encontraron una EPP de 1162 4.26 días, lo que corresponde a 38.7 meses en ganado Romosinuano, los cuales son similares a los encontrados en el presente estudio. En estudios más recientes en ganado criollo colombiano, Cañas *et al.*, (2020) reportan una EPP de 37.82 ± 7.89 meses (1134.6 días) en ganado criollo costeño con cuernos, el cual, es un valor similar al encontrado esta investigación. Por último, Quiroz *et al.*, (2014) reportaron un valor de EPP en ganado Gyr de 55 meses (1650 días), lo cual es mayor a los resultados encontrados en esta investigación. Estos resultados sugieren que la EPP en ganado Carora, es inferior en comparación con otras razas de ganado Cebu y parecida a la encontrada en ganado doble propósito y criollo colombiano.

En la Tabla 2, se presenta las pruebas F y valores P para los efectos fijos.

Tabla 2
Pruebas F y valores P para los efectos fijos

Factor	F	P
Año	2.06	0.0022
Finca	3.72	0.0001
Componente racial	0.79	0.6582

F: prueba F de Fisher; P: valor de probabilidad

Las pruebas F para los factores año de nacimiento y finca, fueron de 2.06 y 3.72 y están acompañadas de valores P de 0.0022 y 0.0001 respectivamente, los cuales son menores a 0.05 (5%), este resultado indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de los factores fijos año de nacimiento y finca. Según Osorio y correa (Osorio y Correa, 2010) el factor año de nacimiento tiene efectos estadísticamente significativos sobre la EPP en ganado Brahman, lo cual coincide con los resultados encontrados en esta investigación. Al mismo tiempo, los autores no encontraron un efecto estadísticamente significativo de componente racial, resultado similar al encontrado en el presente estudio ($F=0.79$, $P=0.6582$).

En la Tabla 3, se presentan los componentes de varianza, heredabilidad y el coeficiente de proporción ambiental de EPP:

Tabla 3
Componentes de varianza, heredabilidad y coeficiente de proporción ambiental de la EPP

Estimador	Valor
σ_s^2	7608.09
σ_e^2	33455
σ_a^2	30432.36
σ_{en}^2	10630.73
σ_p^2	41063.09
h^2	0.741
e^2	0.258

El estimador de h^2 para EPP encontrado fue de 0.741 (74.1 %), lo cual pertenece al rango de heredabilidad alta, esto significa que la variabilidad observada en el fenotipo de los animales para EPP, tiene un alto origen genético aditivo, y por lo tanto, las diferencias observadas en la EPP de las vacas son muy heredables. Estos resultados coinciden a los encontrados por Wilches et al., (2003), los cuales encontraron una h^2 de 0.78 de EPP en ganado doble propósito, lo que sugiere que es posible hacer selección genética usando EPP. Utrera et al., (2013) estimaron la heredabilidad de EPP en ganado Indubrasil, encontrando un valor de $0,39 \pm 0,196$, el cual, es menor a los encontrados en el presente estudio, sin embargo, es superior a estimaciones de heredabilidad para otros caracteres reproductivos las cuales, generalmente son bajas

Con respecto al coeficiente de proporción ambiental, el valor encontrado en esta investigación de 0.258, un valor el cual puede ser considerado como moderado. Este valor, indica que la variabilidad fenotípica de la EPP, está más influenciada por efectos genéticos aditivos, que por efectos ambientales. De los trabajos de Wilches et al., (2003) e Utrera et al., (2013) se calcula un e^2 de 0.22 y 0.61.

En la Tabla 4, se presentan los toros con sus respectivos PTA y errores estándares de predicción de los primeros 96 animales:

Tabla 4
PTA y errores estándares de predicción por toro

Ida_Pad	Nombre	PTA	EE	Ida_Pad	Nombre	PTA	EE
*AM*011210	MAGNATE	-127	65.661	ALC7041717	ALC-70417	-24	73.296
*NA**96609	CANAPIAL	-98	79.200	ALC968/313	MONARCA	-24	68.664
ALC875/808	ALC-87578	-81	62.943	FCU**79410	MALA COPA	-23	80.046
*TR*356810	CALULE	-72	73.360	*TR*242006	JOSE TADEO	-23	71.551
*BA*188516	BA-1885	-67	79.037	ALC975/414	ALC-975/4	-23	79.105
HSM*113811	MESSI	-66	79.069	*SI*860392	LATIGO	-21	77.103
*AM*300613	CALLEJERO	-66	65.408	*HZ*444605	EL TOCAYO	-21	75.944
*SI1642907	PIE DE PLOMO	-64	70.539	*TR*168002	EXTREMADO	-20	79.576
*SI1163398	EL CHALANERO	-64	65.737	FCU*104513	ARQUITECTO	-18	73.583
ALC879/808	ALC-879/8	-63	79.250	HSM*140814	TOCUMEN	-16	79.026
*SI1515205	EL ESPAÑOL	-62	68.539	ACU**12110	PARIAGUANERO	-16	73.942
*BA*061004	CAPAMAPARO	-60	80.672	*SI1633607	ONIDEX	-16	41.885
AVG**43902	EL OBISPO	-57	79.234	*BA*104409	PASTOREÑO	-15	80.384
*TR*136001	MORICHAL	-56	74.063	FCU**66009	DOMINGUIN	-15	79.073
HSM*145114	HSM-1451	-55	47.359	*ET3435716	YANKEE	-15	48.495
HGU***7807	YARACUY	-55	69.361	*SI1060596	EL GOCHO	-15	80.624
*TR*112200	ANGELO SIRE P.	-54	79.297	*TO*101910	ALEJANDRO MAGNO	-14	58.204
*SI1567705	SI-15677	-54	79.280	*TO*291009	PATRONCITO	-14	66.071
*OB**71407	OB-714	-51	68.995	FCU**80210	REBELION	-14	64.223
*SI1728808	CHAMACO	-50	62.458	*TR*126001	TROPIBOY	-14	79.548
*OB*131714	LUJOSO	-48	79.213	KCA*556405	KCA-5564	-13	69.351
*DA*528906	EL COMANDANTE	-47	79.527	*AM*000910	MASAGUARAL CES	-13	79.120
*SI1381902	CRUCITO II	-45	73.980	RCR*417314	UNIVERSITARIO	-12	73.705
*SI1458704	LENGUA DE HACHA	-44	79.258	*VV*009795	GALAN	-12	83.353
HSM*102210	HSM-1022	-44	74.278	*SI1754609	NORTEÑO	-12	79.134
*DA*245196	EL DUAQUEÑO	-42	79.802	*MO*999184	CARACOL	-11	79.509

Cont. Tabla 4
PTA y errores estándares de predicción por toro

Ida_Pad	Nombre	PTA	EE	Ida_Pad	Nombre	PTA	EE
GSM*115611	EL INDIO	-42	80.264	*TR*273408	HIDALGO T.E.	-10	73.547
HSM*145214	HSM-1452	-42	59.458	*BA*188216	BA-1882	-10	55.574
ALC933/111	NEVADO	-41	40.519	*SI1559405	LLANO ALTO	-10	79.298
*SI1309301	COMACATE	-41	73.557	*ET3238415	ET-32384-FIV	-7	79.065
*BA*121711	EL CAPO	-40	79.069	*MO*388693	ANGELO	-6	83.373
*VV**35502	RONALDO	-40	56.451	*LC**15983	TOÑECO II	-6	83.371
*TR*284408	ZAFIRO T.E.	-40	80.439	*BA*176115	POPEYE	-5	73.672
*SI2029814	AQUILES	-38	61.138	*BA*099609	TIBURON BLANCO	-5	73.541
*SI1287001	EL CHOTO	-37	69.898	*TO*100210	EL REY	-5	51.514
*SI1568705	YACAMBU	-36	73.022	*SI1946712	DR ELADIO	-4	39.010
ALC928/010	FULANITO	-33	39.308	*SI2073615	VALE PEDRO	-3	68.579
*TR*145501	MACURO II	-32	69.175	PGS*181313	MAJESTAD	-3	60.938
*SI1716408	SI-17164	-31	65.324	*SI1905611	AGUACERO	-3	39.632
*SI1443303	SICARIGUA PILOT	-30	79.250	*VE*370803	KATURON	-3	80.659
*SI1428403	EL BERGON	-30	50.942	*SI1175799	LAVANDERO	-2	83.401
AGR*054213	OROFIL	-30	65.326	*BA*171915	BA-1719	-1	79.150
*RE*931009	RE-9310	-29	79.155	HSM*123912	MACAPO	-1	72.831
*SI1420403	EL PATRON	-28	70.514	*OB**88609	FEDERICO	-1	64.368
KCA*548703	FUTURO	-28	80.450	*SI1469904	CACIQUE	0	77.097
*SI1884411	HISTORICO	-26	80.240	*MO*178387	MARISCAL	0	87.224
*SI1885611	CHERO	-26	80.197	*LO*607396	NAPOLEON	0	87.224
*SI1435503	DESIDERIO	-25	69.233	*SI*944094	MARIO JOSE	0	87.224

El toro con mejor PTA (habilidad de trasmisión predicha) fue el *AM*011210, con un valor de -127 días. Los rangos de los PTA fueron desde -127 hasta +293. Para EPP los PTA negativos, son ideales para seleccionar toros, ya que indican que toro tiene la capacidad genética, de generar hembras, con una EPP más temprana, y por lo tanto, las hembras, entraran a una vida productiva y reproductiva con mayor velocidad. Los toros con PTA neutro para EPP, son toros que están con la media del rebaño, es decir, no están ni por arriba ni por debajo de la media para EPP. Por último, los toros positivos, están por encima de la media del rebaño, y no son recomendables, ya que, sus hijas tendrán una EPP tardía.

Conclusiones

La heredabilidad para EPP en ganado Carora es alta, lo que significa que aplicar selección genética para EPP en este tipo de ganado mostrará una buena respuesta a la selección. Los efectos de año de nacimiento y finca fueron estadísticamente significativos, lo que indica que la EPP varía entre los niveles de los factores mencionados y, por lo tanto, deberían ser incorporados en modelos lineales que evalúen EPP. El efecto del componente racial no fue estadísticamente significativo.

Agradecimientos

Se le agradece al núcleo de ASOCRICA Barinas por permitir usar sus registros para esta investigación.

Referencias

- Wilches, A., Lorena M., Gamarra, B., & Alexandra, M. (2003) *Estimación de la heredabilidad de la edad al primer parto en ganado vacuno en el sistema doble propósito tropical en la hacienda el rosario Toluviejo, Sucre*. [Tesis de grado, Universidad del sucre, facultad de ciencias agropecuarias].
- Cañas, J., Montiel, A., Díaz, E., Moya, D., Perdomo, S., & Rua, C. (2020). *Raza criolla Costeño con Cuernos Recurso ganadero adaptado al trópico colombiano*. Agrosavia.
- Castejón, O. (2011). Diseño y análisis de experimentos con Statistix. *Fondo editorial Universidad Rafael Urdaneta*.
- Duitama, O., González, L., García, D., Farah, M., & Fonseca, R. (2013). Productividad acumulada y su relación genética con características reproductivas en hembras Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 18 (Supl), 3658-3664.
- Gómez, M., y Quintero, G., (2008). Metodologías no convencionales para la evaluación genética en características con medidas repetidas. *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*, 194-200.
- González, C. (2001). Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. En González, J. (ed.). *Reproducción Bovina*. (pp. 203-247). Ediciones Astro Data
- Gutiérrez, P. (2010). *Iniciación a la valoración genética animal metodología adaptada al EEES*. Editorial Complutense.
- Osorio-Arce, M., & Segura-Correa, J. (2010). Efectos raciales y ambientales sobre edad al primer parto e intervalo entre partos de vacas Brahman y sus cruces en el trópico-húmedo de México. *Livest Res Rural Develop*, 22(8), 1-10.
- Pérez, G., & Gómez, M. (2005). Alternativas para seleccionar toros: ventajas y limitante. *Manual de ganadería doble propósito*, 100-105.
- Pérez, J., & Montiel, N. (2023). Heredabilidad del índice IBMI de búfalos italianos utilizados en inseminación artificial. *Revista Científica FCV-LUZ*, 33(suplemento): 206-207.
- Pérez, J. (2022). Estimación de parámetros y méritos genéticos para peso al nacer en búfalos Murrah en el estado. *Revista Tecnocientífica URU*, 23(2), 47-52
- Quiroz, J., Granados, L., Barrón, M., & Oliva, J., (2014). Productividad de la raza gyr en un sistema de lechería en tabasco, México. *AICA*, 4, 250-251.
- Román, R., Aranguren, J., Garcidueñas, R., Gómez, B., Nicanor, A., Carrera, E., & Soto, E. (2023). Asociación entre características reproductivas y producción de leche, en novillas mestizas. *Revista ESPAMCIENCIA*, 14(2), 63-70.
- Román, R., Aranguren, J., Villasmil, Y., Yáñez, L., & Soto, E. (2010). Análisis de la fertilidad al primer servicio en novillas doble propósito bajo un modelo animal. *Revista Científica*, 20(4), 383-389.
- Román, R., y Aranguren, J. (2014). Evaluación genética de reproductores: *logros y desafíos*. *Logros y desafíos de la ganadería doble propósito*, 137-156.
- Utrera, Á., Hernández, V., Amezcua, E., y Zárate, J., (2013) Heredabilidad de características reproductivas de vacas indubrasil. *Agronomía mesoamericana*, 24 (2), 293-300.
- Vásquez, M., y Molina, R. (2021). Métodos de reproducción y parámetros reproductivos de cebuínos con registro genealógico en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 19-33.

Verde, O. (2005). Evaluación de datos de producción. *Manual de ganadería doble propósito*, 135-139.

Villasmil-Ontiveros, Y. & Aranguren-Méndez, J. (2005). Identificación animal y registro. En González-Stagnaro, C. & Soto, E. *Manual de ganadería doble propósito*. (pp.140-146). Ediciones Astro Data