



## EVALUACIÓN GENÉTICA PARA PESO AL NACER EN GANADO GUZERAT EN EL ESTADO PORTUGUESA DE VENEZUELA

### GENETIC EVALUATION FOR BIRTH WEIGHT IN GUZERAT CATTLE IN THE PORTUGUESA STATE OF VENEZUELA

\* *Pérez González, José R.* Universidad Politécnica Territorial de Maracaibo, Venezuela.

[josejrpg1995@gmail.com](mailto:josejrpg1995@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0007-2442-486X>

*Álvarez Rodríguez, Álvaro J.* Centro de Cría Madre Vieja, Venezuela.

[guzeraa@gmail.com](mailto:guzeraa@gmail.com)

*Morales Valladares, David D.* Universidad del Zulia, Venezuela.

[davidmorales197913@gmail.com](mailto:davidmorales197913@gmail.com)

\*Autor de Correspondencia: [josejrpg1995@gmail.com](mailto:josejrpg1995@gmail.com)

**Recibido: 04/03/2024**

**Aceptado: 13/05/2024**

DOI <https://doi.org/10.48204/j.ia.v6n2.a5172>

**RESUMEN.** Se analizaron 1387 registros de peso al nacer (PN) de vacunos Guzerat, registrados desde el año 2012 hasta el 2022, pertenecientes al centro genético ganadería madre vieja CA, ubicado en Papeón estado portuguesa. Para estimar la heredabilidad ( $h^2$ ) para PN se utilizaron 3 modelos estadísticos diferentes, usando el método de REML para calcular los componentes de varianza y la heredabilidad. Para conocer el efecto de los factores fijados (sexo y año de nacimiento), se utilizó una prueba F y el criterio del valor P, donde valores de  $P < 0.05$  (5%) indican diferencias significativas entre los niveles de un factor. Para calcular las estadísticas descriptivas se utilizó el programa y los componentes de varianza del primer modelo se usó el programa SAS, y para los modelos restantes uso el Wombat. La heredabilidad directa ( $h^2$ ) y materna ( $m^2$ ) para PN resultaron bajas ( $h^2 < 0.25$ ) para los 3 modelos lo que indica que las diferencias observadas en el PN solo son atribuidas a efectos aditivos y maternos en menor proporción. Debido a la baja heredabilidad para PN, se espera que la selección genética para mejorar esta característica cause un efecto tardío en la mejora del carácter en la población. Aunque la heredabilidad es baja para PN se recomienda tomar en consideración estos resultados, con el objetivo de poder evitar partos distócicos causados por el nacimiento de becerros muy pesados y también corregir la aparición de becerros débiles debido a pesos muy bajos al nacer.

**PALABRAS CLAVE:** heredabilidad, efectos maternos, Cebú.

**ABSTRACT.** 1,387 records of birth weight were analyzed (BW) of Guzerat cattle were analyzed, registered from 2012 to 2022, belonging to the CA Old Mother Livestock Genetic Center, located in Papeón, Portuguese state. To estimate heritability ( $h^2$ ) for PN, 3 different statistical models were used, using the REML method to calculate the variance components and heritability. To know the effect of the fixed factors (sex and year of birth), an F test and the P value criterion were used, where P values  $< 0.05$  (5%) indicate significant differences between the levels of a factor. To calculate the descriptive statistics, the SAS program was used and the variation components of the first model were used, and Wombat was used for the remaining models. Direct ( $h^2$ ) and maternal ( $m^2$ ) heritability for PN were low ( $h^2 < 0.25$ ) for the 3 models (only  $m^2$  was measured in the third model), indicating that the differences observed in PN are only attributed to additive effects. and maternal to a lesser extent. Due to the low heritability for PN, genetic selection to improve this trait is expected to cause a late effect on trait improvement in the population. Although the heritability is low for PN, it is recommended to take these results into consideration, with the objective of avoiding dystocic births caused by the birth of very heavy calves and also correcting the appearance of weak calves due to very low birth weights.

**KEYWORDS:** heritability, maternal effects, Cebu.



## INTRODUCCIÓN

La raza bovina Guzerat es originaria de la región de Gujarat, India, donde ha sido criada desde hace siglos por su adaptabilidad a las condiciones climáticas extremas de la zona y por su resistencia a enfermedades tropicales. La Guzerat llegó a América Latina en el siglo XIX, importada principalmente a Brasil y a México. En Brasil, la raza tuvo una gran difusión gracias a su resistencia a las altas temperaturas y a la producción de carne y leche de alta calidad (González, 2017).

Uno de los factores que ha permitido obtener una mayor eficiencia en la producción de carne y leche, en los países desarrollados, ha sido la utilización de los registros y el análisis de los datos, relacionados con los caracteres productivos de los hatos, esto ha permitido, el diseño y la puesta en marcha de programas de mejoramiento genético, de los cuales se seleccionan para producción y cría, los mejores animales. El propósito de un programa de mejoramiento genético es el elegir los mejores individuos (animales) de una raza, en una región o país, para luego ser utilizados como reproductores, debido a sus sobresalientes características fenotípicas y genéticas. Para cumplir con este propósito, el ganadero debe identificar genéticamente estos animales, a través del análisis de sus registros (Herrera et al, 2002).

La estimación de los parámetros genéticos constituye una herramienta para lograr un diseño más eficiente en la evaluación genética de los rebaños y se convierte en una estrategia para una mejor utilización de la variación en la mejora genética. Tanto los efectos aditivos, así como, los no aditivos, para los pesos en animales jóvenes son importantes para precisar esa variabilidad en los caracteres de crecimiento en el bovino y utilizar esa información en la mejora del rebaño (Aranguren *et al*, 2006).

Entre los caracteres de interés zootécnico, el peso al nacer (PN), tiene un impacto importante dentro de los sistemas de producción vacunos, debido a animales con bajo PN mueren más en las primeras etapas de vida (especialmente en el primer mes de vida) y si los pesos son muy altos, pueden ocasionar partos distócicos, por lo tanto, la evaluación de este carácter resulta muy importante (Rodríguez *et al*, 2009).

Las evaluaciones genéticas del ganado Cebú (*Bos indicus*) en Venezuela se realizan a nivel nacional, para la raza Brahman, por la asociación venezolana de criadores del ganado Cebú (ASOCEBU), pero para la raza Guzerat, evaluaciones genéticas todavía no se reportan, por lo tanto, el motivo de esta investigación es realizar la evaluación genética para el peso al nacer en ganado Guzerat, con el objetivo, de poder mejorar el proceso de selección de reproductores de la raza para PN.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De la base de datos del Gansoft (programa de registros ganaderos), se analizaron 1387 registros de peso al nacer (PN) de vacunos Guzerat, donde se registraban 79 toros y 663 vacas desde el año 2012 hasta el 2022, pertenecientes al centro genético ganadería Madre vieja CA, ubicado en Papelón estado Portuguesa, el cual presenta unas condiciones agroecológicas de bosque seco



tropical, altitud de 110 m. s. n. m, temperatura promedio de 27°C y una precipitación media anual de 1423 mm.

Los animales fueron pesados en sus primeras 24 horas de vida (después del nacimiento) respectivamente, y la medida fue tomada en kilogramos (Kg).

### Análisis estadístico

Se utilizaron 3 modelos estadísticos diferentes para calcular la heredabilidad, y en los 3 modelos se ajustaron los efectos fijos de sexo de la cría y año de nacimiento.

El primer modelo usado fue un modelo toro, el cual tiene la siguiente estructura en algebra matricial:

$$y = Xb + Zs + e$$

Donde  $y$  es un vector para los datos de PN,  $X$  es una matriz de incidencia que relaciona los datos con los efectos fijos (sexo y año de nacimiento),  $b$  es un vector de parámetros desconocidos para los efectos fijos,  $Z$  es una matriz de incidencia que relaciona los datos con los efectos aleatorios,  $s$  es un vector de predicciones desconocidas para cada toro y  $e$  es un vector de residuales.

La estructura de covarianza del modelo anterior 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,  $\sigma_s^2$  es la varianza entre toros y  $\sigma_e^2$  es la varianza residual. Debido a que la varianza  $\sigma_s^2$  es un cuarto de la varianza aditiva ( $\sigma_a^2$ ), la heredabilidad para este modelo puede calcularse como (Pérez y Montiel, 2023):

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2}$$

Donde  $h^2$  es la heredabilidad para PN.

Para calcular la varianza aditiva en este modelo, se utilizó la siguiente fórmula matemática (Pérez y Montiel, 2023):

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

Y para calcular la varianza ambiental, se utilizó la diferencia entre  $\sigma_p^2$  y  $\sigma_a^2$  (Román et al, 2023):

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

Donde  $\sigma_{em}^2$  es la varianza ambiental y  $\sigma_p^2$  es la varianza fenotípica, la cual puede calcularse como:

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

El segundo modelo ajustado fue un modelo animal simple, el cual tiene la siguiente estructura en algebra matricial:



$$y = Xb + Za + e$$

Donde  $a$  es un vector de predicciones para cada animal.

La estructura de covarianza del modelo anterior es la siguiente:

$$VAR \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}$$

Donde  $\sigma_a^2$  es la varianza aditiva,  $A$  es la matriz de parentesco,  $G$  es una matriz de varianzas y covarianzas genéticas y  $R$  es una matriz de residuales. Para la estructura de la matriz  $A$ , se utilizó la información genealógica de 2 generaciones.

En este modelo, la varianza  $\sigma_a^2$  puede ser calculada directamente, por lo tanto, la heredabilidad puede ser calculada como (Román et al, 2023):

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

Por último, se ajustó un modelo animal que tiene en cuenta la varianza materna, el cual, tiene la siguiente estructura en algebra de matrices:

$$y = Xb + Za + Mm + e$$

Donde  $M$  es una matriz de incidencia que relaciona los datos con las vacas (madres) y  $m$  es un vector de predicciones desconocidas para el efecto materno.

La estructura de covarianza del modelo anterior es la siguiente:

$$VAR \begin{bmatrix} a \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & A\sigma_m^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Donde  $\sigma_m^2$  es la varianza materna.

Para este modelo se estimó la heredabilidad directa usando la misma fórmula usada en el modelo anterior, sin embargo, la heredabilidad materna se calculó usando la siguiente formula (Aranguren et al, 2006):

$$m^2 = \frac{\sigma_m^2}{\sigma_p^2}$$

Para estimar los componentes de varianza en los 3 modelos, se utilizó el método de máxima verosimilitud restringida (REML) (Patterson y Thompson, 1971). Para maximizar la función de verosimilitud en el primer modelo, se utilizó el algoritmo de NEWTON RAPSON y en los modelos restantes el algoritmo libre de derivadas SIMPLEX (especificado con la opción -simplex del wombat).

Para comparar los modelos estadísticos se utilizó el criterio de información de Akaike, el cual indica que modelo tiene mejor ajuste a medida que el valor calculado sea menor. Para calcular el criterio de información de Akaike, se usó la siguiente fórmula matemática:



$$AIC = 2k - 2\ln(L)$$

Donde  $AIC$  es el criterio de información de Akaike,  $k$  es el número de parámetros del modelo y  $\ln(L)$  es el logaritmo natural de la función de verosimilitud restringida.

Para conocer el efecto de los factores fijos, se utilizó una prueba F y el criterio del valor P, donde valores de  $P < 0.05$  (5%) indican diferencias significativas entre los niveles de un factor. Para calcular las pruebas F, se utilizó la siguiente fórmula matemática (Castejón, 2008):

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

Donde F es la prueba F de Fisher,  $CM_{factor}$  es el cuadrado medio del factor evaluado y  $CM_e$  es el cuadrado medio residual o del error.

### Programas utilizados

Para realizar los cálculos estadísticos, se utilizó el sistema de análisis estadístico SAS versión 9.1. (2004), 200 y el WOMBAT (Meyer, 2007). Para calcular las estadísticas descriptivas se utilizó el PROC UNIVARIATE del SAS, para calcular los componentes de varianza y la heredabilidad del modelo toro se utilizó el PROC MIXED del SAS y por último para estimar los componentes de varianza y la heredabilidad en los modelos restantes se utilizó el WOMBAT.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 1 se presentan las estadísticas descriptivas generales para PN:

**Tabla 1**

*Estadísticas descriptivas para peso al nacer.*

Variable	Medida	Valor
PN	Media	37.70
	DE	4.93
	CV	13.09%
	EE	0.13

DE: desviación estándar, CV: coeficiente de variación, EE: error estándar

Para PN se encontró una media de  $37.7 \pm 4.93$  kg con un CV de 13.09% lo cual indica, que los datos son muy homogéneos con respecto de la media. El EE resultado muy pequeño (0.13) con lo cual, se puede afirmar que las medias están bien estimadas. Los resultados encontrados en el presente estudio son superiores a los encontrados por Martínez y col (2009) donde reportan un PN de 30.7 kg en ganado Guzerat.

En la Tabla 2 se presentan las estadísticas descriptivas para PN para cada nivel del factor sexo:

**Tabla 2**

*Estadísticas descriptivas para cada nivel del factor sexo.*

Factor sexo (PN)	Media	DE	CV
Hembra	35.46	4.75	13.39%
Macho	38.42	4.77	12.41%



Para los niveles del factor sexo, se puede notar que en promedio los machos ( $38.42 \pm 4.77$ ) son más pesados que las hembras ( $35.46 \pm 4.75$ ) para el PN, lo que sugiere, que este factor debe ser tomado como fijo, para eliminar su efecto al momento de la evaluación genética. En ambos niveles del factor sexo el CV es menor al 20%, (13.39% para las hembras y 12.41% para los machos) lo cual indica, que existe poca heterogeneidad dentro de los niveles del factor sexo, por lo tanto, los pesos dentro de cada nivel del factor no difieren grandemente.

En la Tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas para PN desde el año 2012 hasta el 2022:

**Tabla 3**

*Estadísticas descriptivas de PN desde el año 2012 hasta el 2022.*

Año	PN	CV
	Medida $\pm$ DE	
2012	$39.76 \pm 1.92$	4.82%
2013	$36.64 \pm 4.04$	11.02%
2014	$38.12 \pm 2.87$	7.52%
2015	$37.67 \pm 4.53$	12.02%
2016	$38.44 \pm 3.22$	8.37%
2017	$38.11 \pm 5.81$	15.24%
2018	$39.40 \pm 6.26$	15.88%
2019	$39.51 \pm 5.56$	14.07%
2020	$36.92 \pm 4.75$	12.86%
2021	$34.92 \pm 5.14$	14.71%
2022	$36.14 \pm 4.04$	11.17%

Para el factor año de nacimiento, se puede notar una variación en las medias en los diferentes años, lo que sugiere que este factor debe ser introducido como fijo, con el objetivo, de eliminar su efecto en las estimaciones de los factores aleatorios del modelo. Esto puede deberse, a las condiciones particulares de cada año que pudieron afectar a los animales de formas diferentes. Cabe resaltar que, dentro de cada año, la DE de cada media es baja, lo que indica una baja heterogeneidad de los datos dentro de cada nivel del factor año, debido a la poca variabilidad de los pesos dentro de cada año particular, pero difiriendo entre los años de estudio. En 2009, Rodríguez et al, afirmaron que existía un efecto estadísticamente significativo del año de nacimiento sobre el peso al nacer, lo que sugiere, que las medias para el peso al nacer deberían variar en diferentes años.

La heredabilidad materna resulto extremadamente baja (0.03), lo que indica, que las diferencias observadas en el PD son influenciadas por la varianza materna en muy baja proporción, este valor es similar al reportado por Aranguren *et al.* (2006), donde reportan un  $m^2$  de 0.04 para PN en ganado vacuno (doble propósito).

En la Tabla 4 se presentan en los AIC para los 3 modelos:



**Tabla 4**  
*AIC para los modelos lineales.*

Modelo	AIC
Modelo toro	8126.6
Modelo animal simple	-2800.654
Modelo animal Con efectos maternos	-2801.051

Los dos modelos en donde se incluyó la matriz de parentesco tuvieron mucho mejor ajuste, que el modelo toro sin relaciones, debido a que su AIC fue menor, por otro lado, el ajuste del modelo animal simple y el modelo animal con efectos maternos presentan un ajuste similar.

En la Tabla 5 se presentan los componentes de varianza y la heredabilidad para PN:

**Tabla 5**  
*Componentes de varianza y heredabilidad para PN.*

Modelo	Variable	Estimador	Valores
Modelo toro	PN	$\sigma_s^2$	0.919
		$\sigma_e^2$	20.323
		$\sigma_a^2$	3.676
		$\sigma_{em}^2$	17.566
		$\sigma_p^2$	21.242
		$h^2$	0.173
Modelo animal simple	PN	$\sigma_a^2$	5.053
		$\sigma_e^2$	16.342
		$\sigma_p^2$	21.396
		$h^2$	0.236
Modelo animal Con efectos maternos	PN	$\sigma_a^2$	3.818
		$\sigma_m^2$	0.797
		$\sigma_e^2$	16.625
		$\sigma_p^2$	21.24
		$h^2$	0.179
		$m^2$	0.037

La heredabilidad para PN en los 3 modelos resulto baja lo que indica que las diferencias observadas en el PN solo son atribuidas a efectos aditivos en menor proporción. Estos resultados son parecidos a los encontrados por Martínez y col (Martínez et al, 2009) donde reportan en ganado Guzerat una heredabilidad para PN de 0.23, aunque un poco mayor a las encontradas en esta investigación (con excepción del modelo animal simple), sigue siendo del rango de una heredabilidad baja. Cabe destacar que, en el trabajo de Martínez y col, el modelo lineal mixto tuvo otros efectos fijos, como la edad de la madre vista como una covariable lineal y cuadrática.

En la Tabla 6 se presenta la prueba F con sus respectivos valores P para los factores fijos del modelo:

**Tabla 6***Prueba F y valores P para los efectos fijos del modelo.*

<b>Variable</b>	<b>Factor</b>	<b>F</b>	<b>P-values</b>
PN	Sexo	61.16	0.0001
	Año de nacimiento	8.01	0.0001

Para PN los efectos de sexo y año de nacimiento fueron estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ), por lo tanto, se puede afirmar que estos factores causan variabilidad en los pesos de los animales, por lo tanto, su introducción en el modelo fue acertada, debido a que se eliminó su efecto en la evaluación. Estos resultados coinciden a los reportados por Pacheco y col (2013), donde reportan efectos estadísticamente significativos de sexo del animal y año de nacimiento en el PN en ganado vacuno. Estos resultados son esperados, ya que la variación que existe en las condiciones agroecológicas entre años afecta las condiciones de las hembras gestantes y por lo tanto, el peso al nacer de las crías. En cuanto al sexo, en ganado vacuno, los machos suelen ser más pesados que las hembras al nacimiento.

## CONCLUSIONES

Debido a la baja heredabilidad para PN, se espera que la selección genética para mejorar esta característica cause un efecto tardío en la mejora del carácter en la población. Aunque la heredabilidad es baja para PN se recomienda aplicar selección genética, con el objetivo, de poder evitar partos distócicos causados por el nacimiento de becerros muy pesados y también corregir la aparición de becerros débiles debido a pesos muy bajos al nacer.

Para los factores fijos del modelo tanto el sexo del animal como el año de nacimiento fueron estadísticamente significativos, por lo tanto, se recomienda su introducción en modelos mixtos que estudien estas características.

Por otra parte, los mejores modelos fueron los que incluyeron la matriz de parentesco, por lo tanto, se recomienda su utilización en modelos lineales de evaluación genética.

## AGRADECIMIENTO

Se le agradece a la ganadería Madre Vieja por permitir usar sus registros para realizar esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aranguren, J., Román, R., Villasmil, Y., Chirinos Z., Romero J. y Soto, E. (2006). Componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en animales mestizos de doble propósito. *Revista Científica*, 16(1), 55-61.

Castejón, O. (2008) *Diseño y análisis de experimentos*. Edi 1. Maracaibo. Venezuela. Universidad del Zulia.





- González K. (2017). Zootecnia y veterinaria es mi pasión. Obtenido de <https://zoovetempasion.com/ganaderia/razas-bovina/la-raza-de-ganado-guzera>.
- Herrera J, León Fe, Ossa G, Manrique C. y Fajardo O. (2002). La prueba de progenie en Bovinos: una realidad en Colombia. AGROSAVIA.
- Martínez J, Lucero F, Castillo S. y Ortega E. (2009). Estimación de algunos parámetros genéticos de crecimiento en la raza Guzerat en México. *Zootecnia Tropical*, 27(1), 049-056.
- Meyer K. (2007). WOMBAT: a tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). *Journal of Zhejiang University science*8(11):815-821.
- Pacheco F, Depablos, L, Martínez G. y Vargas D. (2013). Factores no Genéticos y de Grupo Racial que Afectan el Peso al Nacer en un Sistema de Producción con Vacunos de Carne. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 54(1), 35-46.
- Patterson H., & Thompson R. (1971). "Recovery of Inter-Block Information When Block Sizes are Unequal," *Biometrika*, 58, 545-554.
- Pérez J. y Montiel N. (2023). Heredabilidad del índice IBMI de búfalos italianos utilizados en inseminación artificial. *Rev Cientif FCV-LUZ* 33(suplemento), 205-207.
- Rodríguez Y., Martínez G. y Galíndez R. (2009). Factores no genéticos que afectan el peso al nacer en vacunos Brahman registrados. *Zootecnia Tropical*, 27(2), 163-173.
- Román R., Aranguren J., Garcidueñas R., Gómez B, Nicanor A., Carrera E. y Soto E. (2023). Asociación entre características reproductivas y producción de leche, en novillas mestizas. *Revista ESPAMCIENCIA*. 14(2): 63-70.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's guide Statistics. Version 9.1 Cary, NC. 2004.