

**FACTORES NO GENÉTICOS Y HEREDABILIDAD DEL PESO AL DESTETE DE OVINOS PELIBUEY EN CUBA****NON-GENETIC FACTORS AND HEREDABILITY OF WEANING WEIGHT OF PELIBUEY SHEEP IN CUBA**

*Rodríguez Castro, Manuel. Centro de Investigaciones para el mejoramiento Animal en la Ganadería Tropical (CIMAGT). Departamento de Genética y Biotecnología, Cuba.

manolo@cima-minag.cu

<https://orcid.org/0000-0003-0370-5623>

Suárez Tonco, Marco. Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” (UNAH). Departamento Producción Animal, Facultad Medicina Veterinaria, Cuba

marcosuareztronco@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8040-6603>

*Correo de Correspondencia: manolo@cima-minag.cu

Recibido: 06/04/2024

Aceptado: 13/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.ia.v7n1.a6545>

RESUMEN. En la última década el crecimiento del inventario del ovino de pelo en Cuba y particularmente el Pelibuey dada su rusticidad y adaptabilidad ha favorecido su expansión a través de todo el país. El objetivo del presente trabajo fue estimar las fuentes de variación genéticas y no genéticas sobre el peso al destete (PD) y la heredabilidad (h^2). La unidad empresarial de base (UEB) Genética Siboney se dedica a la producción de animales genéticos variedad de color bermejo. La información estuvo comprendida entre los años de 2013 a 2021 e incluyó 1,314 de PD. El fichero de pedigrí estuvo constituido por 2,053 animales. Se constituyeron 29 grupos de contemporáneas (GC) conformados por la combinación año-bimestre-tipo de parto-sexo. El año y mes de nacimiento, así como el sexo de la cría fueron altamente significativos ($P < 0,001$) para PD, no así el tipo de parto y el número de crías. La muestra analizada tuvo una media de 14.43 ± 3.7 kg, con 89.1 días de edad y una paridad promedio de 1.7 crías al parto. La h^2 para efecto directo aditivo fue 0.15 ± 0.08 , la materna 0.14 ± 0.04 y la correlación directa-materna -0.19 ± 0.05 . Se puede esperar mejora genética para PD y atender los efectos antagónicos con el componente materno.

PALABRAS CLAVE: componentes de varianza, , efectos maternos, parámetros genéticos.

ABSTRACT. In the last decade, the growth of the inventory of hair sheep in Cuba and particularly the Pelibuey, given its rusticity and adaptability, has favored its expansion throughout the country. The objective of the present work was to estimate the genetic and non-genetic sources of variation on weaning weight (WD) and heritability (h^2). The Genetics Unit Siboney is dedicated to the production of genetic animals of the russet color variety. The information was between the years 2013 to 2021 and included 1,314 PD. The pedigree file consisted of 2,053 animals. 29 groups of contemporaries (CG) were formed, made up of the combination of year-bimester -type of birth-sex. The year and month of birth, as well as the sex of the offspring, were highly significant ($P < 0.001$) for PD, but not the type of birth and the number of offspring. The analyzed sample had an average of 14.43 ± 3.7 kg, with 89.1 days of age and an average parity of 1.7 offspring at birth. The h^2 for direct additive effect was 0.15 ± 0.08 , the maternal 0.14 ± 0.04 and the direct-maternal correlation -0.19 ± 0.05 . Genetic improvement can be expected for PD and the antagonistic effects with the maternal component can be considered.

KEYWORDS: Genetic parameters, Pelibuey sheep, variance components, maternal effects.

INTRODUCCIÓN

La raza Pelibuey, se caracteriza por su talla pequeña, su prolificidad, su rusticidad (definida como las características genéticas que ayudan al animal a sobrevivir y reproducirse en los cambios aleatorios y adversos del medio ambiente, sin disminuir demasiado su capacidad productiva) y su buena habilidad materna (Valiente, 2017). En la última década el crecimiento del inventario del ovino de pelo en Cuba, así como su distribución dentro del territorio nacional, ha sido importante.

La época más crítica en la vida de un cordero es la comprendida del nacimiento hasta el destete; por lo que es importante determinar los parámetros genéticos de los caracteres que inciden en este periodo. Así la característica de peso al destete (PD), está relacionada con los rendimientos productivos de un carnero en su función de producción de carne (Valencia *et al.*, 1975) y refleja la capacidad del individuo para aprovechar el alimento disponible y constituye además un indicativo de su habilidad para futuros periodos de ceba y al mismo tiempo la capacidad de la madre de proveer alimento a la cría durante la lactación (Carrillo y Segura, 1993). El efecto materno es ambiental con relación a la descendencia, pero las diferencias genotípicas entre las madres para el efecto materno transmitidas a sus hijas son expresadas en los valores fenotípicos de su descendencia (Willham, 1972).

En Cuba los estimados de componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para rasgos de crecimiento predestete en la raza ovina Pelibuey bajo modelo animal son escasos y resultados publicados (Ramírez, 1993) han estado basados en el método 3 de Henderson (1953). Conocer la influencia materna en el peso al destete y la correlación entre los efectos genéticos directos y maternos es fundamental para obtener estimaciones de heredabilidad precisas, lo que incrementará la exactitud de la selección de los progenitores de la siguiente generación (Elzo y Vergara, 2012).

Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue estimar los componentes de varianza y covarianza del peso al destete utilizando un modelo que incluye los efectos maternos y estimar la heredabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración

La información utilizada, pertenece a la Unidad Empresarial de Base (UEB) Genética “Siboney” dedicada a producción de ovinos de la raza Pelibuey de la variedad bermejo en todas sus tonalidades, está ubicada en el municipio Bejucal, provincia de Mayabeque. El clima predominante es del tipo cálido tropical. Hay dos estaciones claramente definidas, el periodo poco lluvioso (invierno) de noviembre a abril, y el periodo lluvioso (verano) de mayo a octubre. La temperatura media anual es 25° C, la media en invierno es 20 °C y en verano 26 a 27 °C. La humedad relativa promedio es 80%. La precipitación media anual es 1,200 mm, con alrededor de 30% en el periodo invernal y 70% en el verano.



Manejo

El manejo general del rebaño consiste en pastoreo diurno las hembras con sus corderos y los machos en diferentes potreros con abundante pasto Estrella de Surinam (*Cynodon nlemfuensis*). Por la tarde se encierra el ganado regresando a las naves donde se le suministra forraje y sales minerales a libre acceso. El empadre se realiza en forma controlada, evitando la consanguinidad.

La unidad cuenta con información adecuada para el control de la producción y existen datos desde el año 2013 y entre ellos se dispone de la identificación del animal, color de la capa, tipo de parto de donde procede el animal (simple, doble, hasta quintuple), número de parto de la madre, identificación de la madre, identificación del padre, fecha de nacimiento, y peso al destete.

Análisis estadísticos

Para el análisis del peso al destete se contó con 1,314 pesajes. Primero se utilizó un modelo lineal general (SAS, 2013) para determinar la influencia de algunos factores no genéticos sobre el PD, que se describe a continuación:

$$Y_{ijklm} = \mu + AN_i + MN_j + Sk + TPl + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} es la variable dependiente PD

μ la media general común a todas las observaciones

AN_i es el año de nacimiento ($i=9$ años, 2013 a 2021)

MN_j es el mes de nacimiento ($j=11$ meses, no se incluyó el mes de mayo)

Sk es el sexo de la cría ($k=2$, macho y hembra)

TPl es el tipo de parto ($l=3$, sencillo, doble y múltiple) y

e_{ijklm} es el efecto residual común a todas las observaciones

Los datos fueron editados y analizados mediante un modelo lineal general utilizando el software SAS (2013). Para la comparación múltiple de medias se utilizó la dócima de Tukey.

Para el análisis genético se utilizó un modelo animal considerando el componente materno que en forma matricial se representa de la siguiente forma:

$$y = X\beta + Za + Wm + Spe + e$$

donde:

y = es el vector de las observaciones para PD.

β = vector de las soluciones de los efectos hijos.

a = vector de las soluciones para los efectos genéticos aditivos directos

m = vector de las soluciones de los efectos aleatorios genéticos aditivos maternos

pe = vector de efectos de ambiente permanente

e = vector de los efectos aleatorios residuales.



X, Z, W y S = son las matrices de incidencia que relacionan las observaciones a los efectos fijos, a los efectos aleatorios genéticos aditivos directos, efectos aleatorios genéticos aditivos maternos y efectos ambientales permanentes, respectivamente.

Como efectos fijos se consideraron el grupo contemporáneo (GC) dado por la combinación del año y bimestre de nacimiento-tipo de parto-sexo, además de las regresiones lineales de la edad al destete y edad de la madre al parto.

Para este modelo se asume

$$Var = \begin{bmatrix} a \\ m \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11}A & g_{12}A & 0 & 0 \\ g_{21}A & g_{22}A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Donde g_{11} varianza genética aditiva directa

$g_{12} = g_{21}$ covarianza genética entre efectos directos y maternos

g_{22} varianza genética aditiva materna

σ_{pe}^2 varianza debida a efectos permanentes maternos

σ_e^2 varianza de efectos residuales

Donde el modelo de ecuaciones estará dado por:

$$\begin{bmatrix} XX & XZ & XW & XS \\ ZX & ZZ + A^{-1}\alpha_1 & ZW + A^{-1}\alpha_2 & ZS \\ WX & WZ + A^{-1}\alpha_2 & WW + A^{-1}\alpha_3 & WS \\ SX & SZ & SW & SS + I\alpha_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\mu} \\ \hat{m} \\ \hat{pe} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xy \\ Zy \\ Wy \\ Sy \end{bmatrix}$$

Con:

$$G_0^{-1} = \begin{bmatrix} g^{11} & g^{12} \\ g^{21} & g^{22} \end{bmatrix} \quad y \quad \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 \\ \alpha_2 & \alpha_3 \end{bmatrix} = \sigma_e^2 \begin{bmatrix} g^{11} & g^{12} \\ g^{21} & g^{22} \end{bmatrix} \quad y \quad \alpha_4 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2}$$

Las heredabilidades para los efectos aditivos (h_a^2) y efectos maternos (h_m^2) se calcularon, así como las correlaciones genéticas entre los efectos directos y maternos (r_{am}), según las siguientes fórmulas:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}; \quad h_m^2 = \frac{\sigma_m^2}{\sigma_p^2}; \quad y \quad r_{am} = \frac{\sigma_{am}}{\sigma_a \sigma_m}$$

$$\text{Donde} \quad \sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{am} + \sigma_e^2$$

La estructura genética de la muestra analizada constó de 1,314 crías, hijos de 30 sementales y 455 reproductoras conformándose un pedigree con 2,053 animales que conformaron 23 grupos contemporáneos. Los componentes de varianza y covarianza se estimaron mediante el software MTDFREML (Boldman *et al*, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estadígrafos generales para el peso al destete se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Estadística descriptiva para peso al destete en ovinos Pelibuey.

Media (kg)	Desviación estándar	Coefficiente variación (%)
14.44	3.1	21.3

Aunque no fue directamente objeto de estudio la muestra analizada presentó una prolificidad de 1.7 crías/ parto, considerada alta para esta raza si la comparamos con los resultados de Ramírez (1993), de 1.3 para el ovino Pelibuey en Cuba. Segura *et al.* (1996), reportaron 1.21 corderos nacidos en México. Ríos-Utrera *et al.* (2014), estudiaron ampliamente el crecimiento predestete en ovinos Pelibuey y sus cruces también en México con resultados satisfactorios, en tanto, González-Garduño *et al.* (2010) reportaron 1.27 ± 0.49 crías nacidas vivas.

La edad de las reproductoras incluidas en el análisis fue de 58.4 ± 26.7 meses (casi 5 años) con una gran variabilidad 45.7% y la edad al destete fue de 89.1 ± 7.1 días con solo 7.9% de coeficiente de variación.

El peso al destete de 14.4 ± 3.1 kg fue inferior a los reportados por Domínguez *et al.* (2014), de 17.5 kg. Cruz-Gómez *et al.* (2017), reportaron pesos al destete de 12.1 vs. 9.4 kg en función de partos simples y dobles, respectivamente, con diferencias altamente significativas entre ellos. González-Garduño *et al.* (2010), reportaron pesos al destete de solo 9.5 kg en rebaños sometidos a tres partos en dos años en Chiapas, México.

La ganancia predestete fue de 127 g/día que está en el rango de 114.1-154.5 g/día en dependencia del tipo de parto según Cruz-Gómez *et al.* (2017); en cambio González-Garduño *et al.* (2010) reportaron solamente 104 g/animal/día. Las diferencias encontradas no siempre son comparables debidos a diferentes sistemas de manejo y alimentación. Rúa *et al.* (2013), analizando la ganancia de peso en corderos Pelibuey en Colombia y en diferentes periodos, encontraron que el sexo y el mes tanto como el año influyeron sobre la ganancia de peso.

Cuando se analizaron algunos de los factores no genéticos que influenciaron el peso al destete se encontró que el año, mes de nacimiento, el sexo de la cría y el tipo de parto influyeron de forma altamente significativa (Tabla 2).

Tabla 2

Resultados del análisis de varianza para peso al destete.

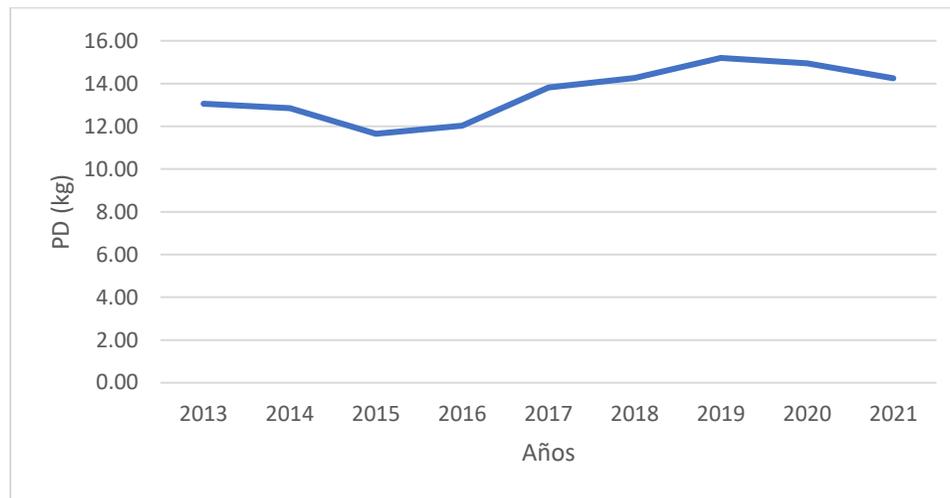
Fuentes variación	GL	CM	SIGF
Año nacimiento	8	75.41	***
Mes nacimiento	10	47.06	***
Sexo	1	160.98	***
Tipo parto	2	958.78	***

R^2 (%)=20.29. GL grados de libertad, CM cuadrado medio, SIGF significación *** ($P < 0.001$)

En la figura 1 aparece el comportamiento para peso al destete durante el periodo analizado, demostrándose un crecimiento sostenido a partir del año 2015, debido a las mejoras introducidas en el rebaño con relación al manejo y la alimentación, así como la implementación de un programa de evaluación genética de los reproductores.

Figura 1

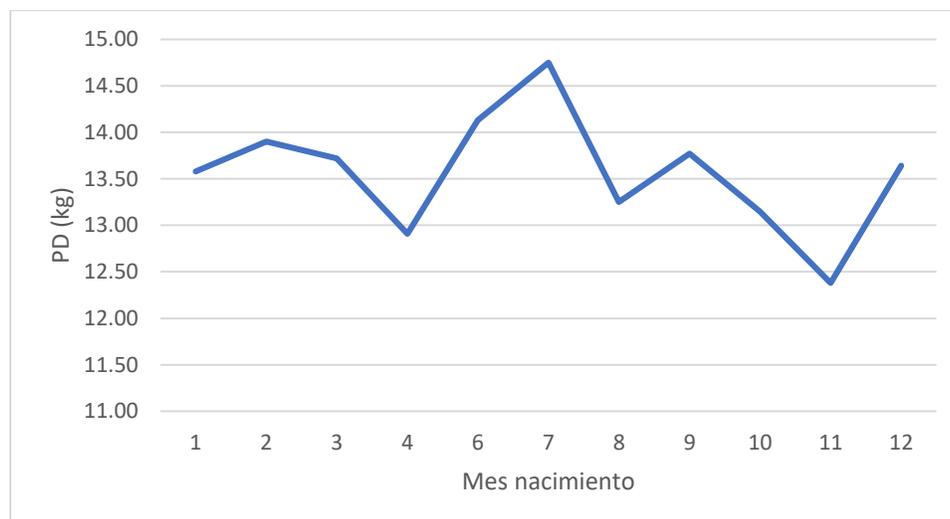
Comportamiento del PD a través del periodo analizado.



En la Figura 2 aparece el comportamiento por meses. No se dispuso de datos correspondientes a nacimientos en el mes de mayo. Se aprecia claramente que los corderos nacidos entre los meses de junio y julio, alcanzaron mayores pesos al destete y los nacidos en noviembre los peores. Estas variaciones están estrechamente vinculadas a la disponibilidad de alimentos para los animales, tanto para las madres como para las crías. Estas fluctuaciones deben tenerse en cuenta para programar las épocas de apareamiento (González-Garduño *et al.*, 2010).

Figura 2

Variaciones del PD de acuerdo con los meses de nacimiento.





Cruz-Gómez *et al.* (2017), no encontraron efecto del sexo ni de la interacción tipo de parto x sexo, en un grupo reducido de animales. En este trabajo no incluyeron las interacciones. Los efectos significativos para año y mes de nacimiento se explican por las variaciones climáticas que inciden en diferentes épocas del año que tienen que ver directamente con la calidad de los pastos, la producción de leche de la madre, entre otros. Estos autores estudiaron el tipo de parto en función de la producción de leche de las madres y el comportamiento en las crías y encontraron que la producción de leche fue superior para las hembras de parto doble, aunque los mayores pesos al destete fueron las crías procedentes de partos simples. Nuestros resultados arrojaron diferencias ($P < 0.001$) en el peso al destete para el tipo de parto, donde las crías procedentes de partos simples alcanzaron pesos al destete más altos (15.6 kg) en comparación con las de partos dobles (13.1 kg), aunque éstos últimos no difirieron de los partos triples (12.0 kg) que además fueron superiores a los reportados por Cruz-Gómez *et al.*, (2017).

Ruales *et al.* (2007), definen la evaluación genética como una herramienta que permite predecir el valor genético de los animales para una o más características de interés. Su objetivo es identificar genéticamente los animales existentes en una población y así seleccionar como reproductores aquellos con el mayor mérito genético y descartar los peores.

Para el análisis genético se analizaron 1,300 animales que generaron 1,783 animales en el pedigrí con 23 grupos contemporáneos con al menos 5 hijos de más de un semental. El 73.3% de los padres representados tuvieron datos, así como el 93.4 % de las madres. El número promedio de hijos por padre fue de 43.4. La información disponible no fue voluminosa, pero la mayoría de los padres y madres tuvieron información y estructura adecuada.

Los componentes de (co)varianza aparecen en la tabla 3.

Tabla 3

Estimados de heredabilidad directa, materna y correlación directa-materna para peso al destete.

Componentes de co(varianza)	Peso al destete
σ^2_d	1.35
σ^2_m	1.29
σ^2_e	6.89
σ^2_p	9.29
Cov(dm)	-0.25
h^2_d	0.15 ± 0.08
h^2_m	0.14 ± 0.04
r(dm)	-0.19 ± 0.05

Nota: σ^2_d (varianza aditiva directa); σ^2_m (varianza aditiva materna); σ^2_e (varianza residual); σ^2_p (varianza fenotípica); Cov(dm) (covarianza directa-materna); h^2_d (heredabilidad aditiva directa); h^2_m (heredabilidad aditiva materna); r(dm): correlación directa-materna.



La heredabilidad se considera el principal parámetro genético en un programa de mejoramiento genético, ya que determina la variación genética aditiva de los caracteres de importancia económica y son imprescindibles para un programa de mejoramiento genético (Ruales *et al.* 2007).

Pérez-Palencia (2017), en 4 razas ovinas en Colombia estimó heredabilidades entre 0.03 a 0.98 en PD para efecto directo, mientras que Menéndez-Buxadera *et al.* (2004), en la raza Merino española analizando el peso a 60 y 75 días la heredabilidad para efecto directo osciló entre 0.19-0.20 y para efecto materno fue de 0.13 en ambos momentos y la correlación directa-materna varió de -0.34 a -0.38, respectivamente.

Zamani y Mohammadi (2008), en la raza Mehraban en Irán reportaron valores inferiores a los resultados obtenidos en este trabajo. López-Ordaza *et al.* (2012), en ovinos de la raza Chiapas en México encontraron valores similares, para efecto directo, aunque ligeramente inferiores para el efecto materno (0.14 ± 0.09 y 0.09 ± 0.08 ; respectivamente). Por otra parte, Boujenane *et al.* (2015), estimaron la heredabilidad para animales del tipo racial N'dama, para peso a los 90 días, obteniendo valores, 0.08 ± 0.03 , para efecto directo, que se corresponden con una heredabilidad baja e inferiores a los encontrados en este estudio. En otros tipos raciales de ovejas de pelo reportados por Miraei-ashtiani *et al.* (2007) y Matika *et al.* (2003) en los tipos raciales Sangsari y Sabi reportaron valores de 0.17 ± 0.05 y 0.13 ± 0.04 respectivamente, que son valores de heredabilidad similares a los obtenidos en el trabajo actual. Estos resultados bastante coincidentes presuponen que la heredabilidad para peso al destete se puede considerar alrededor de 0.20, valor que permite la mejora genética mediante la selección.

El hecho tradicionalmente existente de cierto antagonismo entre los efectos directos y maternos es conocido en la literatura. Lewis y Beatson (1999) sugiere que la correlación negativa alta entre efectos aditivos directos y maternos pueden deberse a la ausencia de efectos de semental-hato o de semental-año en el modelo y a otras limitantes de la estructura de datos. Resultados parecidos son mencionados por distintos autores, llegando a la conclusión que la heredabilidad directa se sobrestima cuando los efectos maternos no se toman en cuenta.

Los valores genéticos para efecto directo variaron de -0.96 a 1.60 y para efecto materno de -0.72 a 0.52, solo el 27.2% de los animales tuvieron valores positivos para efecto directo.

CONCLUSIONES

De las fuentes de variación estudiadas el año y mes de nacimiento, así como el sexo influyeron significativamente el peso al destete, no así el tipo de parto y el número de crías por parto.

La heredabilidad directa para peso al destete permite la mejora genética por selección, pero debe tenerse en cuenta el antagonismo entre efectos directos y maternos, lo que implica una contribución genética importante de las madres en las crías hasta el destete.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boldman, K. G., Kriese, L. A., Van Vleck, L. D., Van Tassell, C. P., & Kachman, S. D. (1995). A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. US Department of Agriculture, *Agricultural Research Service*, 114.
- Boujenane, I., Chikhi, A., Ibelbachyr, M., & Mouh, F. Z. (2015). Estimation of genetic parameters and maternal effects for body weight at different ages in D'man sheep. *Small Ruminant Research*, 130, 27-35.
- Carrillo, L. y Segura, J.C. (1993). Environmental and genetic effects on preweaning growth performance of hair sheep in México. *Tropical Animal Health and production*. 25: 131-136.
- Cruz-Gómez, M., Mezo Solís, J. A., Cruz Sánchez, O. E., García-Herrera, R. A., Mendoza-González, A., López Duran S. K. y Chay-Canul, A. J. (2017). Comportamiento productivo predestete de ovejas y corderos Pelibuey. XI Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico. Villahermosa, Tabasco, México del 8 al 10 de noviembre. pp 25.
- Domínguez-Viveros, J. y Rodríguez-Almeida, F.A. (2014). Evaluaciones Genéticas en Ovinos. Catálogo de sementales de alto valor genético 2013. Universidad Autonoma de Chihuahua. 143p.https://www.researchgate.net/profile/Joel-Viveros/publication/301766362_Catalogo_de_Sementales_de_Alto_Valor_Genetico_2016_Evaluaciones_Geneticas_en_Ovinos_Organismo_de_la_Unidad_Nacional_de_Ovinocultores/links/5726904108aef9c00b88fb1b/Catalogo-de-Sementales-de-Alto-Valor-Genetico-2016-Evaluaciones-Geneticas-en-Ovinos-Organismo-de-la-Unidad-Nacional-de-Ovinocultores.pdf.
- Elzo, M. A. y Vergara Garay, O. D. (2012). Modelación aplicada a las ciencias animales: II. Evaluaciones Genéticas. Medellín, Colombia: Editorial Biogénesis, 134 pp.
- González-Garduño, R., Torres-Hernández, G., & Arece-García, J. (2010). Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. *Zootecnia Tropical*, 28(1), 51-56.
- Henderson, C. R. (1953). Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, 9, 226-252.
- Lewis, R. M., & Beatson, P. R. (1999). Choosing maternal-effect models to estimate (co) variances for live and fleece weight in New Zealand Coopworth sheep. *Livestock Production Science*, 58(2), 137-150.
- López-Ordaz, R., Olivera-Vega, I., Berruecos Villalobos, J. M., Peralta-Lailson, M., Ulloa-Arvizu, R., & Vásquez Peláez, C. G. (2012). Parámetros genéticos de pesos al nacer y al destete en ovinos de raza criolla de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3(1), 113-123.
-



- Matika, O., van Wyk, J.B., Erasmus, G.J. y Baker, R.L. (2003). Genetic parameter estimates in Sabi sheep. *Livestock Production Science*, 79:17-28.
- Menéndez-Buxadera A., Serradilla, J. M., Valera, M. y Molina, A. (2004). Estimación de parámetros genéticos del peso vivo en los primeros 75 días de edad en ovino Merino español. *ITEA*, 100(3), 134-140.
- Miraei-ashtiani, S.R., Ahmad Seyed, S.R. y Shahrabak, M.M. (2007). Variance components and heritabilities for body weight traits in Sangsari sheep, using univariate and multivariate animal models. *Small Ruminant Research*, 73, 109–114. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.12.002.
- Pérez Palencia, J. O. (2017). Estimación de parámetros genéticos de las razas ovinas Romney Marsh, Hampshire, Katahdin y Santa Inés en Colombia. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). 106pp.
- Quiroz Valiente, J. (2017). Importancia del rescate genético del ovino Pelibuey. XI Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico. Villahermosa, Tabasco, México del 8 al 10 de noviembre de 2017. pp 11.
- Rios-Utrera, A., Calderón-Robles, R., Lagunes-Lagunes, J. y Oliva-Hernandez, J. (2014). Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. *Nova Scientia*. 6:272-286.
- Rua, C.V., Arboleda, E.M. y Cardona, H. (2013). Ganancias de peso en ovinos de la raza Pelibuey. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26, 399.
- Ruales, F. R., Manrique, C., & Cerón, M. F. (2007). Fundamentos en mejoramiento animal. Medellín: L Vieco e Hijas Ltda.. <https://isbn.cloud/9789588286327/fundamentos-en-mejoramiento-animal/>
- SAS (2013). User's Manual of Statistical Analysis System (SAS) (Version 9.4). Cary, NC.
- Segura, J. C., Sarmiento, L., & Rojas, O. (1996). Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in Mexico under extensive management. *Small Ruminant Research*, 21(1), 57-62.
- Valencia, M.; Castillo, H. y Berruecos, J. M. (1975). Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. *Técnica Pecuaria en México*. 29: 66-72.
- Willham, R. L. (1972). The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Journal of Animal Science*, 35(6), 1288-1293.DOI: 10.2527/jas1972.3561288x.
- Zamani, P., & Mohammadi, H. (2008). Comparison of different models for estimation of genetic parameters of early growth traits in the Mehraban sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 125(1), 29-34.