

COMPONENTES DE VARIANZA PARA CARACTERÍSTICAS DE TIPO Y PESO, EN OVINOS EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO.

Estefanía Zapata Gómez¹, Est. Zoot; Maria Antonieta García Saldarriaga¹, Est. Zoot.,

Samir Julián Calvo Cardona¹, Zoot, PhD.

¹ Semillero de investigación en mejoramiento y modelación estadística SIMME, Grupo de Investigación en Agronomía y Zootecnia - GIAZ, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Antioquia

*correspondencia: sjcalvo@uco.edu.co

RESUMEN.

El objetivo de la evaluación genética es proporcionar una herramienta para valorar y seleccionar animales genéticamente superiores que transmitan sus características a su descendencia y de esta forma, mejorar la eficiencia productiva de un rebaño generación tras generación. Es por esto, que el propósito del presente trabajo es evaluar los parámetros genéticos y fenotípicos para características de peso y de tipo, en una población multirracial de ovinos de carne en el oriente antioqueño, empleando análisis de inferencia bayesiana. El estudio se realizó en la granja multiplicadora de líneas maternas “Ovinos de la Sierra”, en el municipio de La Ceja del Tambo, y la granja “El Charrascal” ubicada en el municipio de Copacabana, en el departamento de Antioquia, Colombia; se evaluaron animales que integran diferentes grupos raciales, analizando características productivas como peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado a los 90 días (PA90); además, de cada animal se evaluaron 12 medidas ovino-métricas o de tipo. Se empleó un modelo animal uni-variado que incluyó efectos fijos como tipo racial, tipo de parto, sexo y peso vivo, utilizando el software R Studio versión 3.4.2 para estimar los componentes de varianza y los parámetros genéticos; además. La media y la desviación estándar obtenidas para peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado a los 90 días (PA90) fue de 3.65, 0.80 y 19.61, 5.18, respectivamente. La media de la heredabilidad directa (h^2) y heredabilidad materna ($h^2 m$) de PN y PA90 es 0.67, 0.29 y 0.93, 0.07, respectivamente. Con respecto a las características de tipo se encontró que perímetro torácico (PT) presenta mayor heredabilidad 0.93, con un intervalo de confianza de 0.83 - 0.99, sin embargo en inferencia bayesiana el valor de mayor confiabilidad es el de la moda. largo de grupa (LG) con 0.31 y un intervalo de confianza de 0.06 - 0.71, mientras que las que presentaron menores estimativas de heredabilidad fueron ancho de cruz (ACR) con 0.11 y un intervalo

de confianza de 0.01 - 0.42 y ancho de grupa posterior (AGP) con 0.11 y un intervalo de confianza de 0.02 - 0.27; además, todas las estimaciones presentaron convergencia con valores de Geweke $P > 0.05$, excepto la varianza materna (σ^2M) y fenotípica (σ^2F) para PN (peso al nacimiento). Se concluye con el presente trabajo que es necesario realizar una correcta toma de registros que permita evaluar parámetros genéticos y fenotípicos para características de peso y de tipo, para estas últimas el enfoque bayesiano obtiene una adecuada variabilidad de los parámetros por medio de las distribuciones a posteriori, lo que sugiere agrupar a los animales por edades y lotes productivos para así tener mayor uniformidad en los datos.

Palabras clave: Heredabilidad, inferencia bayesiana, intervalos de confianza (HPD), medidas ovinométricas, peso al destete.

INTRODUCCIÓN

Según la FAO 2015, el número total de cabezas de ganado ovino a nivel mundial para el año 2013 fue de 1.173 millones aproximadamente; así mismo, el 59,2% del censo mundial de ganado ovino se concentra en 10 países. China es el país con el mayor censo de ganado ovino del mundo, con 185 millones de cabezas en 2013 (el 15,8% del censo mundial), seguido por Australia, Nueva Zelanda, Reino Unido y Turquía, quienes representan el 42% de la producción mundial; además, el continente americano produce el 5% de la carne que se produce a nivel mundial y el país que lidera ésta producción es Brasil.

Por otro lado, la población ovina en el país está constituida aproximadamente por 1.629.120 animales. El 87,57% de esta población está distribuida principalmente en los departamentos de La Guajira (41,38%), Magdalena (11,56%), Boyacá (7,75%), Cesar (7,69%), Córdoba (6,42%), Santander (3,33%), Sucre (2,57%), Bolívar (2,35%), Meta (2,34%) y Cundinamarca (2,20%). Antioquia registra 25.681 cabezas de ganado ovino, representado en 1,91% del censo Nacional, (ICA. Instituto Colombiano Agropecuario, 2019).

La selección genética es el mecanismo más eficiente en la producción, se ha caracterizado por ser una actividad que requiere de efectividad y eficiencia, en ovinos generalmente se tienen en cuenta aspectos fenotípicos del animal como su apariencia y conformación, no obstante, es necesario incluir el componente genético para determinar el mérito real de un animal y a partir de esto, identificar los objetivos productivos que debe adoptar la ovinocultura.

Pese a la falta de actividad investigativa que presenta el país en el sector ovino, se busca hacer buen uso del material genético disponible y una adecuada selección en los rediles mejorando la producción cárnica y las características morfométricas que hacen eficiente al animal a la hora de producir carne (Muñoz, 2015).

Las características de tipo como alzada a la cruz, alzada a la grupa, ancho de pecho, perímetro torácico, entre otras, han sido influenciadas por el manejo y el medio ambiente

en que se desarrolla el animal, son muy importantes en la relación morfología - aptitud productiva; relación que, al no ser considerada, finaliza en muchos casos en una orientación hacia modelos animales cada vez más incompatibles con la propia producción y con el ambiente en el que los animales producen (Hernández et al, 2002).

La heredabilidad (h^2) es considerada como el parámetro primordial para la selección, debido a que determina la cantidad de la variación total encontrada en una característica que es atribuida al efecto genético aditivo de los genes.

Diversos métodos pueden ser aplicados para estimar componentes de varianza y parámetros genéticos en una población, pero en general, todos tienen en común el hecho de estudiar y cuantificar el grado de semejanza entre individuos emparentados y en qué proporción y forma se heredan los caracteres cuantitativos asociados a la producción animal. Dentro de los métodos desarrollados más recientemente, se pueden citar los métodos bayesianos, siendo convenientes para la estimación de los componentes de varianza con un enfoque en la precisión de la distribución para los diferentes parámetros y por consiguiente para la predicción del valor genético (Zaabza, Gara, & Rekik, 2017).

Se han realizado evaluaciones genéticas en ovinos empleando el modelo animal por medio de métodos de inferencia bayesiana, como los realizados por Sarmento y Rodrigues, et ál, en el 2020, en ovinos de la raza Santa Inés en Campo Maior, PI, Brazil, quienes basados en este modelo sugieren que entre las características evaluadas, famacha score (FS) debe ser incluida como un criterio de selección genética para la resistencia de endoparásitos ovinos, ya que presentó una mayor heredabilidad, repetibilidad y una alta correlación genética con el rasgo de resistencia a gusanos. Entre los datos obtenidos, encontraron que para la estimación de parámetros genéticos de características relacionadas con gusanos, se presentaron dos situaciones: datos con distribución no normal por ejemplo, número de huevos por gramo de heces (FEC) y variables categóricas con distribución normal como famacha score (FS), demostrando que la inferencia bayesiana es adecuada, pues esta no requiere que todos los datos se distribuyan de una manera normal ya que puede calcular una distribución a posteriori, partiendo de la información incluida en el análisis con una distribución a priori de los parámetros a analizar.

En esa misma línea, un estudio realizado por Nabavi et ál, 2014, en ovejas Ghezel nativas de Irán, estimaron parámetros genéticos de diferentes rasgos reproductivos por medio de modelos univariados y bivariados, donde según los criterios de información derivada (DIC), para cada rasgo se determinó el modelo más apropiado; además los parámetros genéticos se estimaron para cuatro rasgos reproductivos y cuatro de crecimiento utilizando la metodología de muestreo de Gibbs de inferencia bayesiana. Los rasgos de la tasa de crecimiento tuvieron una mayor heredabilidad que los rasgos reproductivos, lo que probablemente se deba a distribuciones no normales de los rasgos reproductivos y a la poca variabilidad genética de estos rasgos.

Por otra parte, el estudio de caracterización fenotípica y genética del ovino criollo Colombiano, realizado por Martínez, R y Malagón, S. en el año 2005; desarrollado bajo el modelo de inferencia bayesiana, donde comparan características como peso al

nacimiento, peso al destete, ganancia de peso, edad al primer parto e intervalo entre partos, encontrando resultados de heredabilidades medias a bajas en el desempeño productivo y reproductivo de las razas ovinas criolla y mora Colombiana, dando como resultado, futuras aplicaciones a procesos de selección y estrategias de conservación de reproductores por su valor genético estimado, con el fin de cambiar las tendencias genéticas y fenotípicas de las poblaciones ovinas.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar los parámetros genéticos y fenotípicos, para características de peso y de tipo en una población multirracial de ovinos de carne en el oriente antioqueño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de los rediles.

El trabajo fue realizado a partir de registros de la empresa ovinos de la sierra, que comprende en dos granjas. La granja “Altos de la Sierra” está ubicada en el municipio de La Ceja del Tambo, departamento de Antioquia, Colombia, (6°01'40"N 75°25'52"O W.Gr) con una altitud de 2.200 msnm, temperatura promedio de 15°C, humedad relativa del 60% y una pluviosidad anual de 2.171 mm; y la granja “El Charrascal” ubicada en el municipio de Copacabana, departamento de Antioquia, Colombia, (6°20'55"N 75°30'37"O W.Gr) con una altitud de 1.454 msnm, temperatura promedio de 23°C, humedad relativa de 80% y una pluviosidad anual de 1.604 mm. Ambas cuentan con un sistema de manejo intensivo (confinamiento) y están dedicadas a la multiplicación de líneas maternas, paternas y doble propósito, empleando las razas: Santa Inés, OPC (Ovinos de Pelo Colombiano), Dorper, Kathadin y sus cruces.

Animales y registros.

Se tomaron registros de 174 animales incluyendo: fecha de nacimiento del padre, fecha de nacimiento de la madre, fecha de nacimiento del individuo, sexo, tipo racial, número de partos, peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a los 90 días (PA90), fecha destete y finca, en un periodo comprendido entre los años 2014 y 2019. La información fue tomada del software ovino OVINCA (ovinos y caprinos), versión 9.1807.3 para posteriormente depurarla y filtrarla con el fin de obtener una base de datos con registros muy confiables

Para ajustar los datos de peso al destete a los 90 días, se empleó la siguiente ecuación:

$$PA90 = \frac{\text{peso destete} - \text{peso nacimiento}}{\text{días al destete}} \times 90 + \text{Peso al nacimiento}$$

Adicionalmente, se incluyeron en total 2.262 datos de las siguientes características ovino-métricas o de tipo: alzada a la cruz (ALC), alzada a la grupa (ALG), largo de grupa (LG), ancho de la cruz (ACR), ancho grupa posterior (AGP), ancho de pecho (AP), perímetro torácico (PT), diámetro longitudinal (DL), largo del lomo (LL), ancho de cara (AC), largo de cara (LC), perímetro de la caña (PC); de un total de 166 animales. Con el fin de facilitar la presentación e interpretación, las características de tipo y peso se agruparon en: Características de peso (PN y PA90), Tren anterior (ALC, ACR, AP, PT, AC, LC, PC y DL) y tren posterior (ALG, LG, AGP y LL).

Dichas características fueron tomadas entre dos personas, a cada uno de los animales por medio de una cinta ovinométrica; además en el momento de la medición los animales se encontraban identificados con chapetas, lo que facilitó el trabajo detectando de manera más práctica a qué lotes se les había realizado la medición.

Análisis estadístico:

Inicialmente se empleó un modelo lineal generalizado GLM incluyendo los efectos fijos de tipo racial, tipo de parto, sexo y peso vivo y edad, con el fin de verificar cuales de ellos era fuentes de variación importantes sobre las características estudiadas y posteriormente, incluirlos en el modelo animal utilizado en la evaluación genética por medio del uso de inferencia bayesiana, para mejorar la estimación de los componentes de varianza y no introducir información poco relevante al modelo animal.

El modelo animal usado para estimar los componentes de varianza y parámetros genéticos para las características de peso y de tipo fue el siguiente (Henderson 1984):

$$Y = X\beta + Za + Wm + e \text{ (Para PN y PD)}$$

$$Y = X\beta + Za + e \text{ (Para características de tipo)}$$

Donde **Y** es la variable respuesta (PN, PA90, ALC, ALG, LG, AG, AGP, AP, PT, DL, LL, AC, LC y PC); **X** matriz de incidencia que relaciona los efectos fijos: tipo racial, tipo de parto, sexo y peso vivo. **β** son las soluciones para los efectos fijos, **Z** es la matriz que relaciona los animales, **α** soluciones para el efecto genético directo, **W** matriz que relaciona las madres, **m** soluciones para el efecto materno y **e** es el error aleatorio.

Para el análisis de inferencia bayesiana se usaron un total de 1.000.000 de cadenas, con un periodo de calentamiento de 200.000 cadenas iniciales y un intervalo de muestreo cada 50 cadenas. Se evaluaron dos tipos de familias de distribución (Gaussiano y poisson), para cada característica productiva y de tipo; y fue seleccionado el análisis con menor criterio de información de desviación (DIC).

Las estimaciones de componentes de varianza y parámetros genéticos fueron realizadas usando la librería MCMCglmm; la convergencia de las distribuciones a posteriori se comprobaron mediante la prueba de Geweke (Geweke, 1992) incluida en la librería BOA (Smith 2007) del software R project versión 3.6.3 (R Development Core Team, 2020). Este método permite comparar la media estimada de las características, obteniéndose un

valor Z (Z-score), con su respectivo valor de significancia P (P-value), que permite conocer si existe convergencia entre los datos (Geweke, 1992).

RESULTADOS.

Al evaluar cada una de las características de tipo en la distribución gaussiana y poisson se encontró que el modelo con menor DIC y por ende mejores distribuciones fue el poisson como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de DIC para distribución gaussiana y poisson en características de tipo.

Característica	DIC	DIC
	Distribución gaussiana	Distribución poisson
ALC	1291,86	926,7
ALG	1277,21	875,56
LG	986,25	668,79
ACR	920,22	452,19
AGP	1064,95	927,02
AP	1048,61	703,86
PT	1328,56	599,15
DL	1292,81	968,45
LL	1287,61	870,35
AC	583,86	135,71
LC	1038,92	629,08
PC	817,21	277,96

ALG: alzada a la grupa, LG: largo de grupa, ACR: ancho de la cruz, AGP: ancho grupa posterior, AP: ancho de pecho, PT: perímetro torácico, DL: diámetro longitudinal, LL: largo del lomo, AC: ancho de cara, LC: largo de cara, PC: perímetro de la caña, DIC: criterio de información de desviación.

La estadística descriptiva para las variables de peso al nacimiento, peso al destete ajustado a los 90 días y 13 características de tipo evaluadas, se puede observar en la tabla 2. De los resultados descriptivos es importante resaltar que la media, la mediana y la moda fueron bastante similares para todas las variables.

Se deduce que existe un elevado grado de variabilidad en los valores mínimos y máximos para los caracteres LL, DL, PT, ACR, AGP dentro de la muestra evaluada debido a la diferencia en el estado fisiológico de los animales.

Tabla 2. Estadística descriptiva para las características productivas y de tipo en ovinos cruzados de dos ambientes tropicales.

Variable	N	Media	Mediana	Moda	Min	Max
PN	152	3.66	3.75	3	2	6
PA90	142	19.61	18.43	16	12	34
ALC	166	64.28	64.50	70	48	84

ALG	166	62.52	63.00	69	47	81
LG	166	15.42	15.00	14	11	23
ACR	166	20.16	20.00	20	14	35
AGP	166	20.90	21.00	21	14	65
AP	166	19.80	20.00	20	12	35
PT	166	78.02	80.00	89	41	116
DL	166	64.51	66.00	68	45	86
LL	166	62.86	64.00	66	44	86
AC	166	12.2	12.00	11	9	17
LC	166	19.00	20.00	21	14	27
PC	166	8.25	8.00	8	6	11

ALG: alzada a la grupa, LG: largo de grupa, ACR: ancho de la cruz, AGP: ancho grupa posterior, AP: ancho de pecho, PT: perímetro torácico, DL: diámetro longitudinal, LL: largo del lomo, AC: ancho de cara, LC: largo de cara, PC: perímetro de la caña.

Con respecto a los componentes de varianza y heredabilidades para las características de peso (PN y PA90), muestran que la heredabilidad directa para PN=0.67 con un intervalo de confianza de 0,53– 0.81, fue menor que la h^2 d de PD=0.93 con un intervalo de confianza de 0.83– 0.99. La heredabilidad materna fue mayor para PN con 0.29 y un intervalo de confianza de 0.17 – 0.44, mientras que la de PD fue muy baja con un valor de 0.06 con un intervalo de confianza de 0.01 – 0.17 (Tabla 3).

Los intervalos de confianza que presentaron mayor rango fueron: heredabilidad directa (h^2) para peso al nacimiento; varianza fenotípica (σ^2F) para peso al destete ajustado a los 90 días, y los intervalos de confianza con menor rango los presentó la varianza del error ambiental (σ^2E) para ambas características. Así mismo, para las características de tipo (tabla 4 y 5) se encontraron mayores rangos para: varianza fenotípica (σ^2F) de ALC, ACR, AP, PT, AC, LC, PC, DL, ALG, LG, AGP y LL, por el contrario, las características que presentaron estimaciones con menor rango fueron: heredabilidad directa (h^2) para ALC, ACR, AP, LC, ALG, LG, AGP, LL y para DL; varianza del error ambiental (σ^2E) para PT; Varianza genética aditiva del animal o directa (σ^2A) para AC y PC.

Tabla 3. Estimativas de tendencia central para los componentes de varianza y heredabilidades para peso al nacimiento (PN) y al destete (PA90) en una población multi-racial de ovinos de carne en dos ambientes tropicales.

Característica	Estimados	Media	Mediana	Moda	HPDI 95%
PN	σ^2A	0.41	0.41	0.12	0.30815 - 0.53257
	σ^2M	0.18	0.17	0.06	0.08424 - 0.31104
	σ^2E	0.018	0.012	0.0019	0.00265 - 0.05092
	σ^2F	0.61	0.611	0.39	0.47149 - 0.78943
	h^2	0.67	0.68	0.218	0.52908 - 0.81708
	h^2m	0.29	0.29	0	0.16826 - 0.43804
	σ^2A	28.9	28.6	17.04	22.46224 - 35.997

PA90	σ^2M	2.1	1.57	0.2	0.31205 - 5.52070
	σ^2E	0.01	0.01	0.00	0.00230 - 0.04894
	σ^2F	31	30.69	19.22	24.1487 - 38.12332
	h^2	0.93	0.94	0.51	0.82888 - 0.98948
	h^2m	0.06	0.05	0.00	0.00995 - 0.17010

σ^2A = Varianza genética aditiva del animal o directa, σ^2M = Varianza genética materna, σ^2E = Varianza del error ambiental, σ^2F = Varianza fenotípica, h^2 : heredabilidad, h^2m : heredabilidad materna. HPDI95%: highest posterior density interval.

La característica ovino-métrica del tren anterior, con mayor heredabilidad fue PT con 0.93 y un intervalo de confianza de 0.82 – 0.99, mientras que la menor estimativa fue observada para ACR con 0.11 y un intervalo de confianza de 0.01 – 0.42. Además, para el tren posterior, la característica ovino-métrica que presentó mayor heredabilidad fue LG de 0.31 y un intervalo de confianza de 0.06 - 0.71, por el contrario, las características de menor heredabilidad fueron AGP y ACR con 0.11 y un intervalo de confianza de 0.01 – 0.27 y 0.07 - 0.60 respectivamente, esta diferencia se debe posiblemente a la baja cantidad de datos obtenidos después de depurarlos como se muestra en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Estimativas de tendencia central para los componentes de varianza y heredabilidad para características de tipo del tren anterior.

		Media	Mediana	Moda	HPDI 95%
ALC	$\sigma^2 A$	2,42	1,46	0,2	0.21699 - 7.90839
	$\sigma^2 r E$	13,8	14,15	0,35	7.23642 - 19.1797
	$\sigma^2 F$	16,23	16,09	10,72	12.73988 - 19.74998
	h^2	0,14	0,091	0,01	0.01291 - 0.47921
ACR	$\sigma^2 A$	1.77	1.47	0.17	0.34476 - 3.19549
	$\sigma^2 r E$	13.39	13.32	5.24	1.762993 - 4.95611
	$\sigma^2 F$	15.17	15.05	9.28	3.96685 - 6.10335
	h^2	0.11	0.098	0.012	0.06976 - 0.60482
AP	$\sigma^2 A$	1,22	1,02	0,15	0.22833 -2.80478
	$\sigma^2 E$	3,2	3,27	0,32	1.61195 -4.67001
	$\sigma^2 F$	4,43	4,39	2,87	3.52167 -5.41809
	h^2	0,27	0,23	0,036	0.06196 -0.60496
PT	$\sigma^2 A$	23.823	23,93	0,34	17.78476 - 31.0985
	$\sigma^2 E$	1,67	1,1	0,18	0.21265 - 4.20156
	$\sigma^2 F$	25,49	25,3	17,4	20.33262 - 31.3667
	h^2	0,93	0,95	0,013	0.82906 - 0.99113
AC	$\sigma^2 A$	0,47	0,45	0,1	0.18776 - 0.82621
	$\sigma^2 E$	0,62	0,62	0,14	0.31387 - 0.93449
	$\sigma^2 F$	1,1	1,1	0,72	0.87686 - 1.34995
	h^2	0,42	0,41	0,09	0.18834 - 0.70124
LC	$\sigma^2 A$	0,93	0,79	0,14	0.21393 - 2.04442
	$\sigma^2 E$	2	2,04	0,16	0.90290 - 2.94208
	$\sigma^2 F$	2,93	2,91	1,91	2.34584 - 3.60071
	h^2	0,31	0,27	0,04	0.07280 - 0.65003
PC	$\sigma^2 A$	0,2	0,2	0,074	0.10832 - 0.31362
	$\sigma^2 E$	0,21	0,2	0,064	0.12262 - 0.30675
	$\sigma^2 F$	0,41	0,41	0,27	0.33383 - 0.51056

	h^2	0,49	0,49	0,19	0.28739 - 0.69478
DL	$\sigma^2 A$	2,72	1,61	0,16	0.22778 - 8.73147
	$\sigma^2 E$	17,84	18,2	0,35	10.41608 - 24.67626
	$\sigma^2 F$	20,57	20,38	13,41	16.33849 - 25.29507
	h^2	0,13	0,079	0,0092	0.01127 - 0.41860

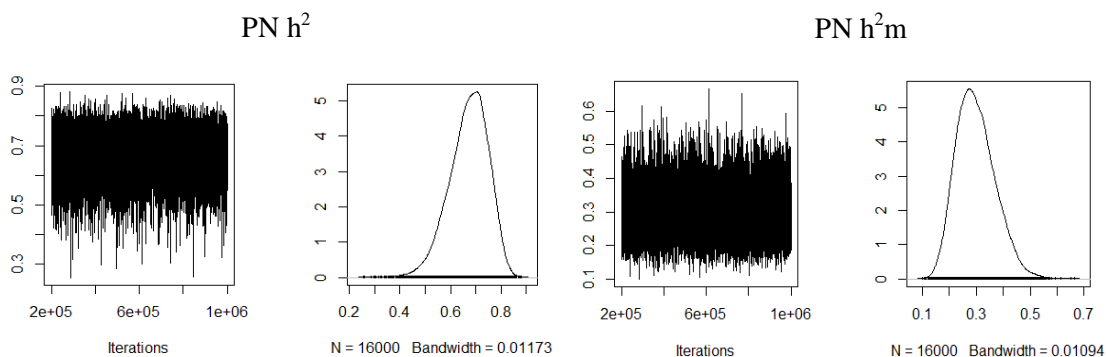
σ^2A = Varianza genética aditiva del animal o directa, σ^2E = Varianza del error ambiental, σ^2F = Varianza fenotípica, h^2 : heredabilidad, HPDI95%: highest posterior density interval.

Tabla 5. Componentes de varianza y heredabilidades para características de tipo del tren posterior de ovinos de carne en dos ambientes tropicales.

		Media	Mediana	Moda	HPDI 95 %
ALG	$\sigma^2 A$	3,4	1,73	0,17	0.18091 - 12.91118
	$\sigma^2 E$	10,89	11,77	0,22	1.75244 - 16.55567
	$\sigma^2 F$	14,3	14,16	9,15	11.13920 - 17.48952
	h^2	0,23	0,12	0,011	0.01125 - 0.83552
LG	$\sigma^2 A$	1,23	0,98	0,14	0.21351 - 2.91243
	$\sigma^2 E$	2,62	2,67	0,21	0.98813 - 3.93680
	$\sigma^2 F$	3,82	3,79	2,56	3.00918 - 4.67682
	h^2	0,31	0,26	0,03	0.06002 - 0.71265
AGP	σA	1,77	1,46	0,2	0.28929 - 4.12402
	σ^2E	13,4	13,34	6,67	9.60572 - 17.18239
	σ^2F	15,17	15,05	9,92	12.02848 - 18.44206
	h^2	0,11	0,097	0,012	0.01803 - 0.27106
LL	$\sigma^2 A$	2,72	1,61	0,16	0.22778 - 8.73147
	$\sigma^2 E$	17,84	18,2	0,35	10.41608 - 24.67626
	$\sigma^2 F$	20,57	20,38	13,41	16.33849 - 25.29507
	h^2	0,13	0,079	0,0092	0.01127 - 0.41860

σ^2A = Varianza genética aditiva del animal o directa, σ^2E = Varianza del error ambiental, σ^2F = Varianza fenotípica, h^2 : heredabilidad, HPDI95%: highest posterior density interval.

Las distribuciones a posteriori para las heredabilidades directas y maternas de las características peso al nacimiento PN y peso al destete ajustado a los 90 días PA90 pueden ser observadas en la figura 1.



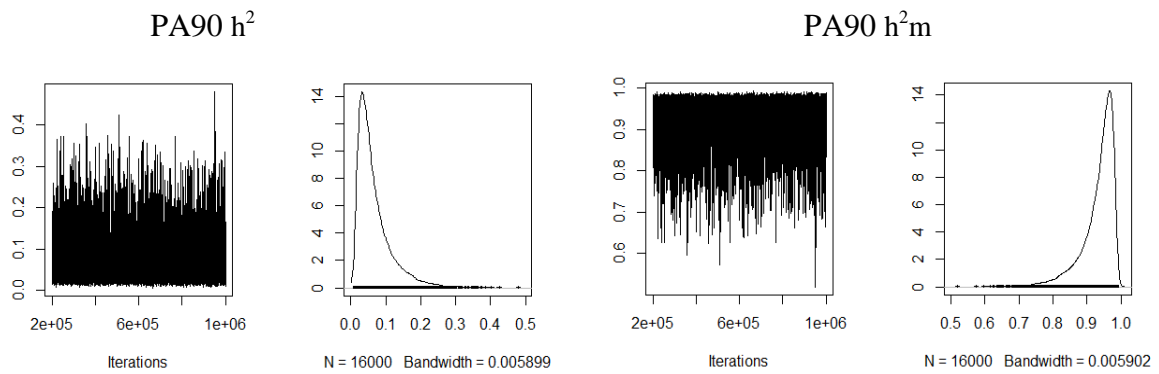
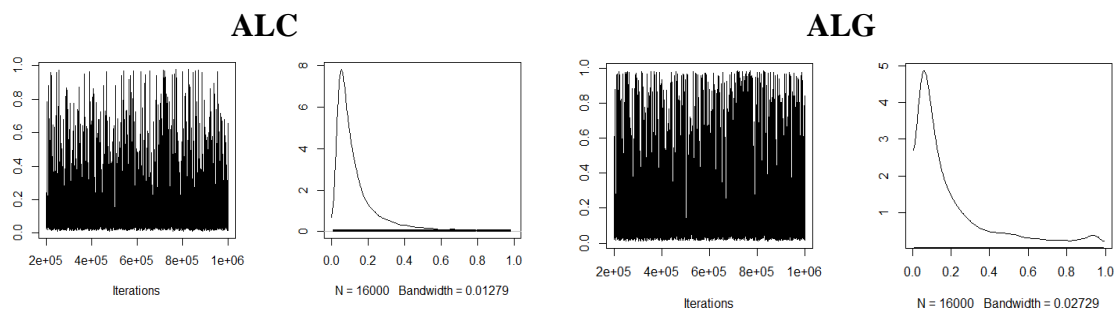


Figura 1. Distribución a posteriori de la heredabilidad directa (h^2) y materna (h^2m) para peso al nacimiento (PN) y para peso al destete ajustado a los 90 días (PA90).

Las distribuciones posteriores fueron leptocúrticas simétricas para la heredabilidad materna en PN, tres características de tipo (ACR, AC y PC) y la heredabilidad materna en PN con un leve acortamiento hacia la derecha. No obstante, para las demás características se presentó una distribución asimétrica (Ver figura 2). La estimativa de heredabilidad para la característica PT y la heredabilidad materna para PA90 mostraron asimetría negativa o sea con un acortamiento a la derecha;; por otro lado, la heredabilidad directa de PA90 y las características de tipo ALC, ALG, LG, AGP, AP, DL y LC presentaron una distribución asimétrica positiva con un acortamiento hacia la izquierda; finalmente, la estimativa de heredabilidad encontrada para la característica LL, presenta una distribución mayormente platicúrtica, por ende se tomó como referencia el valor de la moda, en lugar de la media y la mediana que brindan un estimado de mayor credibilidad.



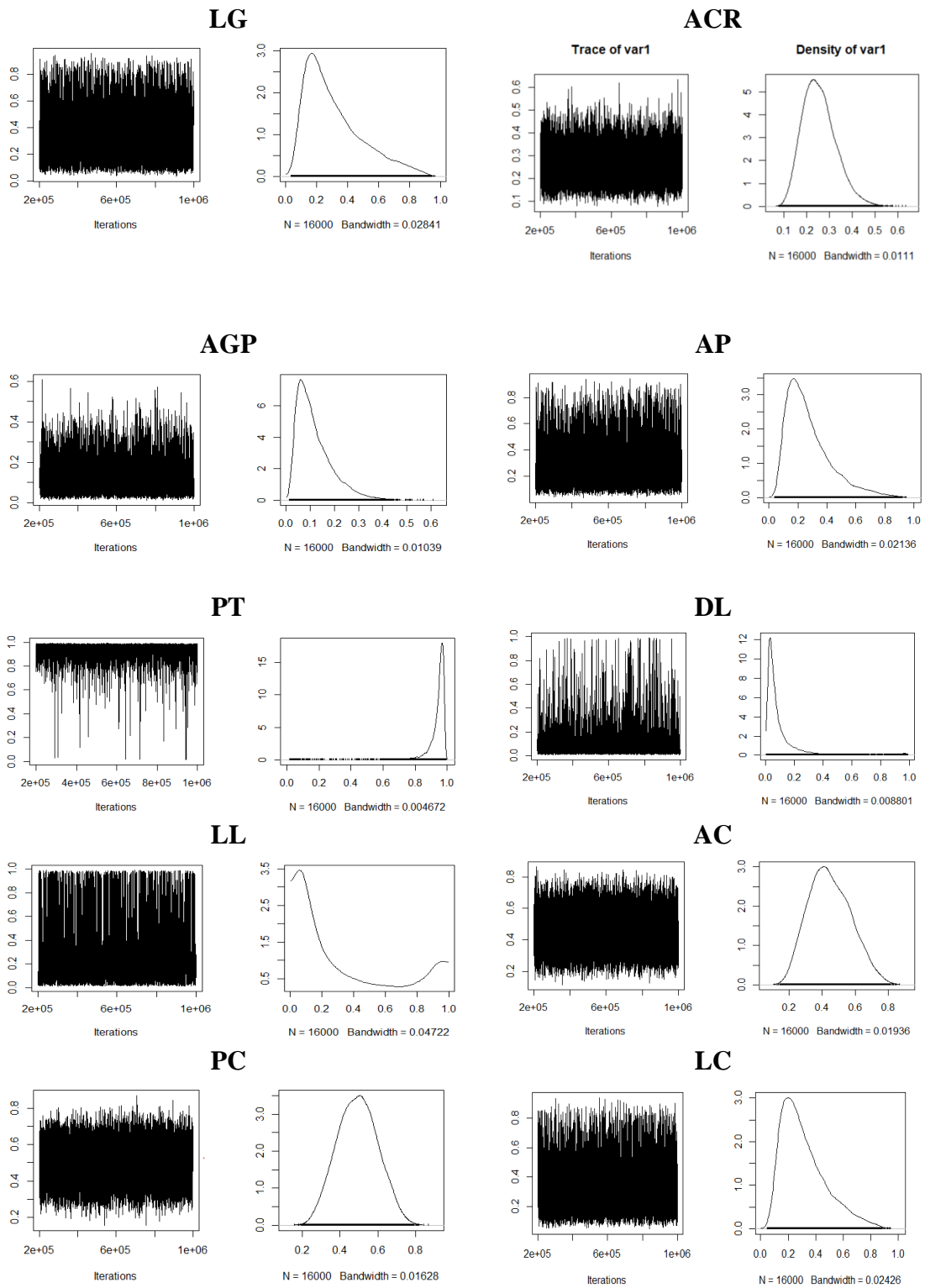


Figura 2. Distribución a posteriori de la heredabilidad (h^2) para las características de tipo.

En las tablas 5 y 6 se presentan los valores obtenidos en la prueba de Geweke (valor de Z-score y P-valor). Todos los componentes de varianza para todas las características evaluadas convergieron, excepto para PN, donde las varianzas σ^2M y σ^2F presentaron un $P < 0.05$.

Tabla 5. Z-score y p-valor obtenidos por el método de Geweke para las distribuciones de componentes de varianza estimados para las características de peso en ovinos de carne criadas en dos ambientes tropicales.

		$\sigma^2 A$	$\sigma^2 M$	$\sigma^2 E$	$\sigma^2 F$	h^2	$h^2 m$
PN	Z-Score	0,61958	2,13556	0,22302	2,02518	-1,63014	1,80741
	p-value	0,53553	0,03271	0,82351	0,04284	0,10307	0,07069
PA90	Z-Score	0,47841	1,58240	-0,7539	1,17385	-1,34720	1,36037
	p-value	0,63235	0,11355	0,45089	0,24045	0,17799	0,17371

$\sigma^2 A$ = Varianza genética aditiva del animal o directa, $\sigma^2 M$ = Varianza genética materna, $\sigma^2 E$ = Varianza del error ambiental, $\sigma^2 F$ = Varianza fenotípica, h^2 : heredabilidad, $h^2 m$: heredabilidad materna, PN: Peso al nacimiento, PA90: peso al destete ajustado a los 90 días.

Los resultados del estadístico z de la prueba de Geweke para peso al nacimiento y peso al destete (Tabla 5) mostraron que en el proceso de construcción de la cadena existió convergencia para los parámetros ($p > 0.05$), excepto para las varianzas $\sigma^2 M$ y $\sigma^2 F$ con 0.03 y 0.04 respectivamente de PN; de igual manera, la característica AGP presentó un p-value de 0.05 ($p \leq 0.05$) para $\sigma^2 A$ (tabla 6). Se infiere que para las demás características se presentaron intervalos de confianza muy altos, dando como resultado gráficos muy dispersos en su distribución.

Tabla 6. Z-score y el p-valor por método Geweke para las estimaciones de componentes de varianza de las características de tipo en ovinos de carne criadas en dos ambientes tropicales.

		$\sigma^2 A$	$\sigma^2 E$	$\sigma^2 F$	h^2
ALC	Z-Score	-1,03615	0,97008	-0,76993	-1,02206
	p-value	0,30013	0,33200	0,44134	0,30675
ALG	Z-Score	-0,35304	0,37545	-0,1962	-0,37682
	p-value	0,72405	0,70732	0,84445	0,70631
LG	Z-Score	-1,51538	1,10809	-1,63694	-1,39299
	p-value	0,12967	0,26782	0,10164	0,16362
ACR	Z-Score	0,01248	0,52935	0,79795	0,01830
	p-value	0,99003	0,59655	0,42489	0,98539
AGP	Z-Score	1,89805	1,34615	-0,10732	-1,83304
	p-value	0,05768	0,17825	0,91453	0,06679
AP	Z-Score	-0,10288	0,19707	0,15134	0,05094
	p-value	0,91805	0,84376	0,87970	0,95936
PT	Z-Score	1,63601	-1,59536	0,56651	1,64537
	p-value	0,10183	0,11063	0,57104	0,09989
DL	Z-Score	0,20684	-0,01043	1,07407	0,21633
	p-value	0,83613	0,99167	0,28279	0,82849
LL	Z-Score	0,29043	-0,36576	-0,08741	0,29398
	p-value	0,77148	0,71454	0,93034	0,76877
AC	Z-Score	-0,90056	0,14032	-1,19841	-0,42285
	p-value	0,36781	0,88840	0,23075	0,67240
LC	Z-Score	-1,06983	1,18397	0,93044	-1,07624
	p-value	0,28469	0,23642	0,92586	0,28181

PC	Z-Score	0,49613	-0,22983	0,31419	0,73226
	p-value	0,61980	0,81822	0,75336	0,46400

σ^2A = Varianza genética aditiva del animal o directa, σ^2E = Varianza del error ambiental, σ^2F = Varianza fenotípica, h^2 =heredabilidad.

DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Solano & Waltero, 2019, en el municipio de Piedecuesta Santander, Colombia, se evaluó el comportamiento del peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PA90) de la raza ovina de pelo Colombiano (OPC) y su cruzamiento con las razas ovinas Katahdin (K) y Santa Inés (SI), bajo el sistema de semiestabulación; obtuvieron medias para peso al nacimiento de 3,18 Kg para el cruce SI x OPC; 2,53 Kg para el cruce K x OPC y 3,07 Kg para el cruce OPC x OPC. por otro lado, para peso al destete (90 días), el cruce SI x OPC alcanzó una media de 11,89 Kg, el cruce K x OPC logró un peso de 12,23 Kg y el cruce OPC x OPC obtuvo una media de 8,9 Kg. Con respecto a los resultados obtenidos en este trabajo, se pueden observar diferencias de las medias de PN con 3,66 Kg y PA90 con 19,61 Kg viéndose afectada la interacción que existe entre el genotipo del cordero y el medio ambiente para expresar el potencial genético de crecimiento de los animales; además de tener en cuenta las características morfológicas de las razas y el tipo de manejo que se tiene en las dos producciones, así como la diferencia en la alimentación suplementaria que se les proporciona a los corderos, para que puedan expresar todo su potencial de crecimiento; a pesar de encontrar valores para peso al nacimiento y peso al destete similares a los reportados por la literatura, éstos tienen una tendencia creciente, que puede deberse a un mejoramiento paulatino de las condiciones de producción y una mayor adaptación de la población ovina al sistema.

Vilaboa, *et al.* (2010) evaluaron la conformación corporal utilizando variables zoométricas como altura a la grupa (AP); perfil fronto nasal (arco; PFN); longitud de la oreja (LO); altura a la cruz (AC); longitud del tronco (LT); perímetro torácico (PT); circunferencia de la caña (CC); anchura de la cabeza (C); longitud de la grupa (LG); ancho de la grupa (AG), además de registrarse el PV y edad (E) de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. Por medio de técnicas estadísticas de medidas de dispersión y tendencia central, usaron regresión lineal múltiple para establecer el modelo que pudiera inferir el peso vivo (PV) con base en las medidas zoométricas y realizaron un análisis multivariado para determinar las correlaciones entre variables y diferenciar la variación entre razas; las observaciones provienen de una población con distribución normal. Además se encontraron valores mínimos y máximos, los cuales están estrechamente relacionados con los resultados de algunas de las medias de las características de tipo de este estudio como son AC: 12,2, LC:19, PC: 8.25, ALC: 64.28, PT:78.02, LL: 62.86, LG: 15.42, AGP: 20.90, debido a que se emplearon las mismas razas, además de las razas Santa Inés, OPC (Ovinos de Pelo Colombiano) y sus diferentes cruces, por lo que se infiere que las características morfométricas son uniformes en las razas, además de complementarse la presente información fenotípica con análisis genéticos.

En el estudio publicado por Martínez *et al.*, 2006, realizado en tres razas ovinas: Hampshire, Romney Marsh y Corriedale en Cundinamarca, Colombia, fue empleado el modelo animal unicarácter, donde se evidenciaron valores de heredabilidad baja a media para PN entre 0.18 a 0.38 y heredabilidad directa alta para PD120 de 0.55 para la raza ovina Hampshire y valores medios de 0.29 y 0.26 para las razas ovinas Romney Marsh y Corriedale, respectivamente. Así mismo, los estimados de la heredabilidad materna para PD120 fueron bajos a medios de 0.08 a 0.20 hallados en las mismas razas. Estos resultados no coinciden con los obtenidos en el presente trabajo, puesto que se obtuvieron valores de heredabilidad directa alta de 0.67 para peso al nacimiento (PN) y para la característica PA90 una heredabilidad directa alta de 0.93. dichas diferencias radican en que son razas destinadas para diferentes tipos de producción y con pesos al destete ajustados en tiempos y edades diferentes, además, se puede afirmar que este factor está influenciado por el ambiente controlado de alimentación y manejo.

Por otro lado, esta investigación presenta resultados similares con algunos modelos empleados en el trabajo realizado por Reyes *et al.*, 2012, en la raza ovina criolla Chiapas, en México, en el que estimaron heredabilidades maternas para pesos al nacimiento y al destete, en seis modelos lineales de una sola característica; ambas investigaciones coinciden que los valores de heredabilidad directa son mayores que los de heredabilidad materna lo que demuestra que fue poco significativo el efecto que ejercen los genes maternos sobre el peso al destete, además es importante tener en cuenta que en esta población ovina no se han practicado procedimientos de selección genética, por lo tanto, no se espera encontrar progresos genéticos marcados.

Ahora bien, en el trabajo presentado por Taborda *et al.*, 2015, estimaron los componentes de varianza y las heredabilidades de característica de crecimiento en búfalos doble propósito en Córdoba, Colombia, cuyos valores no mostraron diferencias entre la media y la mediana, lo que evidenció que las distribuciones marginales posteriores fueron simétricas. Para el presente estudio, los estadísticos posteriores mostraron una distribución asimétrica en la mayoría de las características, tanto de crecimiento, como de tipo, por tanto se tomó como referencia el valor de la moda, en lugar de la media y la mediana, brindando así un estimado de mayor credibilidad. Esta diferencia radica principalmente en el grupo de estudio evaluado, siendo el primero una muestra unirracial y homogénea y el segundo un grupo compuesto por las razas ovinas Santa ines, OPC, Dorper, Kathadin y sus cruces, además en la variabilidad cronológica existente en los lotes productivos.

En el actual estudio se presentaron resultados que permitirán a los productores tener una mayor eficiencia de crecimiento y producción, de igual manera, sirven como base para diseñar estrategias apropiadas de conservación y selección de ovejas en el oriente antioqueño.

CONCLUSIONES

- Con el presente trabajo se logró hacer un primer acercamiento a las dinámicas de la herencia y parámetros genéticos de características fenotípicas asociadas al

biotipo de la población ovina para la producción de carne en dos ambientes del trópico colombiano.

- Este trabajo es el primer paso para el programa de mejora genética y selección de animales para a futuro tener un avance genético y fenotípico para animales de producción de carne en ovinos del trópico
- Con los resultados de las características de tipo evaluadas, se permite afirmar que el enfoque bayesiano obtiene una adecuada variabilidad de los parámetros por medio de las distribuciones a posteriori, lo que sugiere agrupar a los animales por edades y lotes productivos para así tener mayor uniformidad en los datos y lograr una correcta evaluación.
- Es necesario emplear diferentes tipos de distribución para poder tomar una adecuada decisión en cuanto a los componentes de varianza y cuando se emplean métodos bayesianos, un adecuado estimador de la heredabilidad, es el valor de la moda.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos a la empresa “**Ovinos de la Sierra**” por la disposición, paciencia y colaboración, durante el desarrollo de toda la investigación.
- A la dirección de investigación y desarrollo de la Universidad Católica de Oriente por permitirnos contribuir al macroproyecto titulado: “*Caracterización de los parámetros genéticos para características de peso en ovinos de Brasil y Colombia*”.
- A nuestro asesor **Samir Julián Calvo Cardona**, por brindarnos las bases para la ejecución de este proyecto, que será un aporte importante, para el sector productivo ovino y para nuestras vidas como profesionales.
- A la **facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad Católica de Oriente** y todos sus integrantes por poner a disposición de cada uno de los estudiantes el conocimiento y ejemplo.
- A nuestras familias por supuesto, por el acompañamiento y motivación constante a lo largo de nuestra preparación profesional.

REFERENCIAS

ABC Rural. (21 de 09 de 2009). *El peso al destete como carácter de selección*. Obtenido de ABC Color: <http://www.abc.com.py/articulos/el-peso-al-destete-como-caracter-de-seleccion--33101.html>

Alzate, J. A., & Bedoya, C. F. (2018). Evaluación genética de una población ovina de la raza Santa inés en Brasil y Colombia.

Asoovinos. (2010). Primer Concurso Nacional de Canales de Cordero. 2010, Gaceta Ovina. Vol. 2. N°2., pág. 7.

Boldman KG; Kriese LA; Van Vleck LD; Van Tassell CP; Kachman SD. (1995). *A manual for use of MTDFREML, a set of programs to obtain estimates of variances and (co)variances*. Washington, DC: USDA, ARS.

Brown, D., Huisman, A., Swan, A., Graser, H.-U., Woolaston, R., Ball, A., y otros. (2000). genetic evaluation for the australian sheep industry.

Castellaro, G. (2008). Razas ovinas y su rol en los sistemas de cruzamiento orientados a la producción de carne en la región de los Lagos. *Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias*.

Ceballos, D., & Villa, M. (2015). Evaluación y característica de la raza texel. Estación Experimental Agroforestal Esquel, Ganadería 53.

Domínguez, J., & Rodríguez, F. (2015). Resumen de Evaluaciones Genéticas en Ovinos. Organismo de la unidad nacional de ovinocultores.

Domínguez, G. G., Hinojosa, J. A., Oliva, J., Torres, G., Segura, J. C., González, R., y otros. (2013). Análisis del crecimiento pre destete de corderos Barbados Barriga negra en clima cálido húmedo. *Revista electrónica Nova Scientia*.

Galeano, A., & Manrique, C. (2010). Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo Colombiano. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 2010. 57:119-131.

Gallego, R. J. (2014). Caracterización genética de ovinos en Colombia, por medio de marcadores microsateles. *Universidad de Antioquia*.

- Gianola D and Fernando R L 1986 Bayesian methods in animal breeding theory. *Journal of Animal Science* 63(1):217–244.
- Geweke, J. (1992) Bayesian Statistics: Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: J. Bernardo J. Berger P. Dawid and A. Smith Eds, 4th ed, 169–193. New York: Oxford University Press
- Hanford KJ, Van Vleck LD, Snowden GD. 2003. Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Targhee sheep. *J Anim Sci* 81: 630-640.
- Hernández Zepeda, J., Guerra, F. F., García, M. H., Serrano, E. R., Vázquez, A. S., Cruz, A. B., y otros. (2002). Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Arch. Zootec.* 51: 53-64.
- Henderson CR. Theoretical basis in computational methods for a number of different animal models. *Animal Model Workshop. J Dairy Sci* 1989; 71 (Suppl 2):1-16
[Http://WWW.Ovinca.com](http://WWW.Ovinca.com)
- ICA, I. C. (2019). Censo Pecuario Nacional.
- Ministerio de Agricultura, A. y. (2015). Informe nacional de ovino y caprino. RENGRA TI Red Nacional de Granjas Típicas.
- Juan Corrales; Muñoz Mario Cerón; Jhon Cañas; R Cristina Herrera; C Samir Calvo. (2011). Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del departamento de Antioquia. *MVZ Córdoba*.
- Manual de producción ovina. (2008). *Dirigido a profesionales y técnicos*.
- Márquez, H. L. (2014). Reproducción Ovina En Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Martínez, R; Malagón, S. (2006). Caracterización fenotípica y genética del ovino criollo Colombiano. *Archivos de zootecnia, Vol. 54*, 341 - 348.
- Martínez A, Vázquez R, Vanegas J, Suárez M. 2006. Parámetros genéticos de crecimiento y producción de lana en ovinos usando la metodología de modelos mixtos. *Rev Corpoica Cienc Tecnol Agropec*
- Meyer, K. 1992. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 31:179–204.
- Montes, V. D., Barragán, H. W., & Vergara, G. (2009). Parámetros genéticos de características productivas y reproductivas para ganado tipo carne en Colombia. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* .

Muñoz, C. F. (2015). Evaluación genética del recurso animal del Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovino. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.

Nabavi, R., Alijani, S., Taghizadeh, A., Rafat, S. A., & Bohlouli, M. (2014). Genetic study of reproductive traits in Iranian native Ghezel sheep using Bayesian approach. *Small Ruminant Research Volume 120*, 189-195.

Ocampo R. y Cardona H. (2013) Sistemas productivos en Colombia asociados al proyecto “Caracterización genética de ovinos en Colombia por medio de marcadores microsátelites”. La Gaceta Ovina [Internet]. [10 Ago. 2013]. Vol. 4 No.10 Pág. 11-14

Roldan, G. (2014). Mejoramiento animal. *Fac. Cs. Agropecuaria UNC*.

RStudio Team (2019). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Safari E, Fogarty NM, Gilmour AR. 2005. A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. *Livest Prod Sci* 92: 271-289. doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.09.003

Sarmento, Jose; Rodrigues, Francelino; Leal, Tania; Araújo, Adriana; Filho, Luiz. (2020). Genetic parameters for worm resistance in Santa Ines sheep using the Bayesian animal model. *Asian- australasian Journal of animal Sciences*.

Solano, J. D., & Waltero, E. M. (2019). Características productivas de los ovinos de pelo Colombiano (OPC) respecto a sus cruces con las razas Katahdin y Santa Inés. *Universidad Cooperativa de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*.

Taborda, J. J., Muñoz, M. F., Barrera, D. C., Corrales, J. D., & Agudelo, D. A. (2015). Inferencia bayesiana de parámetros genéticos para características de crecimiento en búfalos doble propósito en Colombia.

Telo de Gama, L. 2002. Melhoramiento genético animal. Escolar Editora, Lisboa Portuga; p301.

Trujillo, A. G., Iglesias, D. G., Serrano, N. A., Espinosa, A. P., Pérez, R. O., & Villavicencio, J. L. (2012). Parametros y tendencias geneticas del peso al destete y a los 18 meses de edad en ganado cebu Bermejo de Cuba. *Mex Ciencias Pecuarías*.

Valerio, D., Gutiérrez, G., & Chávez, J. (2015). Efectos Genéticos Directo y Materno sobre el Crecimiento de Ovinos de la Raza Junín. *investig. vet. Perú vol.26 no.1 Lima*.

Vilaboa, J; Bozzi, R; Díaz, P; Bazzi, L. (2010). Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Trop.*, 28(3).

Wang, C. S., J. J. Rutledge, and D. Gianola. 1994. Bayesian analysis in mixed linear models via Gibbs sampling with an application to litter size in Iberian pigs. *Genet. Sel. Evol.* 26:9

Zaabza, H. B., Gara, A. B., & Rekik, B. (2017). Bayesian Modeling in Genetics and Genomicsvvv. *bayesian inference: bayesian modeling in genetics and genomicsvvv*.

Zadeh, N. G. (2015). Bayesian Estimates of Genetic Relationships between Growth Curve Parameters in Shall Sheep via Gibbs Sampling. *Iranian Jurnal of applied animal science*.