

Non-genetic effects on birth weight of MEVEZUG creole sheep in Guerrero, México

Efectos no genéticos en el peso al nacer de ovejas criollas MEVEZUG en Guerrero, México.

A. Catalán¹, Arelis Hernández², L.M. Fraga² and E. J. Mireles¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N.1, Universidad Autónoma de Guerrero, México. Km 2.5 carretera CD. Altamirano-Iguala CD. Altamirano Guerrero, México. CP 40660.

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. Email:mvzadiel17@hotmail.com

A total of 1,157 records of the birth weight of 324 MEVEZUG creole sheep were used, with parturitions between 2004 and 2017, located at the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics N.1 of the Autonomous University of Guerrero, Mexico. The purpose of the study was to determine the non-genetic factors that affected birth weight of lambs. A mixed generalized linear model was applied using the GLIMMIX SAS procedure, which considered birth year, birth season, parturition number, type of parturition and sex as fixed effects, and the random effect associated with each sheep. The general mean of birth weight was 2.71 kg. The studied non-genetic factors were significant ($P < 0.0001$). The highest birth weights were obtained in the rainy season (2.48 ± 0.05 kg). Lambs born from the first calving of the sheep were less heavy, with a mean of 2.18 ± 0.04 kg. Single calving lambs were born with superior average weight (3.19 ± 0.04 kg) compared to double parturitions (2.58 ± 0.03 kg) and with triple and quadruple parturitions (2.07 ± 0.05 and 1.86 ± 0.11 kg, respectively). It is concluded that the effects of year and season of birth, parturition number, type of parturition and sex, had a significant effect on lamb birth weight. Therefore, these factors should be considered for general sheep herd management purposes, as well as for the future design of a breeding program for the MEVEZUG breed.

Keywords: *hair sheep, crosses, environmental factors*

The production of tropical sheep is becoming increasingly important in Mexico, because, due to its adaptability to tropical conditions and efficient utilization of forage resources, this species allows its production in small, medium and large scale (González *et al.* 2002). For several years, it has been identified that in lamb production programs, body weight at birth of lambs depends on the genetic type, sheep age, sex, type of birth (simple vs. multiple), season and year of birth are factors that exert higher influence on sheep growth. These variables, in turn, significantly affect profitability of production systems, which purpose is to obtain the highest economic benefit in the shortest possible time (Forero *et al.* 2017). Cienfuegos-Rivas *et al.* (2010) mentioned that to achieve the maximum productive performance of an animal, it is necessary to know its genetic capacity and the environmental conditions in which it develops.

Results of several authors (González *et al.* 2002, Arias 2006, Macedo and Arredondo 2008, Macias-

Se utilizaron 1 157 registros del peso al nacer de 324 ovejas criollas MEVEZUG, con partos entre 2004 y 2017, ubicadas la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N.1 de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. El propósito del estudio fue determinar los factores no genéticos que afectaron el peso al nacer de los corderos. Se aplicó un modelo lineal generalizado mixto mediante el procedimiento GLIMMIX del SAS, que consideró los efectos fijos del año de nacimiento, época de nacimiento, número de parto, tipo de parto y sexo, y el efecto aleatorio asociado a cada oveja. La media general del PN fue de 2.71 kg. Los factores no genéticos estudiados fueron significativos ($P < 0.0001$). Los mayores pesos al nacer se obtuvieron en la época de lluvias (2.48 ± 0.05 kg). Los corderos nacidos de ovejas del primer parto fueron menos pesados, con media de 2.18 ± 0.04 kg. Los corderos de parto sencillo nacieron con un peso promedio superior (3.19 ± 0.04 kg) comparado con los de partos dobles (2.58 ± 0.03 kg) y con los de partos triples y cuádruples (2.07 ± 0.05 y 1.86 ± 0.11 kg, respectivamente). Se concluye que los efectos del año y la época de nacimiento, el número de parto, el tipo de parto y el sexo, tuvieron efecto significativo en el peso a nacer de los corderos. Por consiguiente, estos factores se deben considerar para fines de manejo general del hato ovino; así como para el diseño futuro de un programa de mejoramiento genético de la raza MEVEZUG.

Palabras clave: *ovejas de pelo, cruzamientos, factores ambientales*

La producción de ovinos tropicales adquiere cada vez mayor importancia en México, ya que, por sus características de adaptabilidad a las condiciones tropicales y utilización eficiente de los recursos forrajeros, esta especie permite su producción en pequeña, mediana y gran escala (González *et al.* 2002). Desde hace varios años, se ha identificado que en los programas de producción de carne ovina, el peso corporal al nacimiento de los corderos depende del tipo genético, edad de la oveja, sexo, tipo de nacimiento (simple vs múltiple), estación y año de nacimiento, son factores que ejercen mayor influencia en el crecimiento de los ovinos. Estas variables, a su vez, afectan significativamente la rentabilidad de los sistemas de producción, cuyo propósito es el de obtener la mayor utilidad económica en el menor tiempo posible (Forero *et al.* 2017). Cienfuegos-Rivas *et al.* (2010) mencionaron que para lograr el máximo comportamiento productivo de un animal es necesario conocer su capacidad genética y las condiciones ambientales en las que se desarrolla.

Los resultados de varios autores (González *et al.* 2002,

Cruz *et al.* 2012, Hinojosa-Cuéllar *et al.* 2013 and Forero *et al.* 2017) agree that the non-genetic factors that impact on birth weight (BW) were birth year, birth season, parturition number, type of parturition and sex of the offspring. These authors reported that 30 to 40 % of total variation in birth weight was due to environmental factors, which reduced the precision of genetic studies.

In the state of Guerrero, Mexico, there is a sheep population of 140,663 heads, and in Tierra Caliente region, there are 38,825 heads (SAGARPA 2016), among which there is a mixture of breeds, including animals from other areas of the country that are not adapted to the conditions of that region. Temperatures in Guerrero are high, low relative humidity and deficient feeding, which influence sheep rearing and production. Therefore, the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics carried out a research to create a breed of sheep from the region, which was named MEVEZUG. However, there are no studies related to the factors that influence on BW of this breed. Hence, the objective of this study was to know the main non-genetic factors that affect the BW in MEVEZUG creole sheep in the dry tropic of Guerrero, Mexico.

Materials and Methods

The information of 1,157 birth weight (BW) records, from 324 MEVEZUG crossbred sheep, with births during the years 2004 to 2017, located in the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics N.1 in the Municipality of Pungarabato, from Tierra Caliente region from the state of Guerrero, Mexico was used.

This region is located at 18°20'30" North and 100°39'18" West in an altitudinal range of 250 msl. The average temperature is 25°C with average precipitation of 1,200 mm per year. Four stations are defined. Spring that corresponds to the months from March to May, summer from June to August, autumn from September to November and winter from December to February. There are two very marked seasons, one with rains (from June to November), with mean temperatures of 18 °C and rainfall of 1,027 mm, and another dry (from December to May), with average temperatures of 32 °C and 750 mm of precipitation (INEGI 2017 y UNAM 2017).

For the creation of the breed began with a base herd of 50 crossbred females, Dorper, Pelibuey and Black Belly breeds, in 2004. From there, several crossings were carried out with studs of different breeds (Dorper, Black Belly, Pelibuey and Kathadin), with four registration periods, during the years 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009 and 2009-2010 respectively. Animals with light brown or tobacco brown hair were selected, with birth weights averaged at least 2.5 kg, which came from multiple births. Afterwards, inter se crosses were

Arias 2006, Macedo y Arredondo 2008, Macías-Cruz *et al.* 2012, Hinojosa-Cuéllar *et al.* 2013 y Forero *et al.* 2017) coinciden en que los factores no genéticos que inciden en el peso al nacer (PN) fueron el año de nacimiento, época de nacimiento, número de parto, tipo de parto y sexo de la cría. Estos autores informaron que del 30 al 40 % de la variación total en el peso al nacimiento se debía a factores ambientales, lo que reducía la precisión en estudios de genética.

En el estado de Guerrero, México existe una población de ovinos de 140 663 cabezas, y en la región de Tierra Caliente hay 38 825 cabezas (SAGARPA 2016), entre las cuales existe una mezcla de razas, incluyendo animales de otras zonas del país que no se adaptan a las condiciones de dicha región. Las temperaturas de Guerrero son elevadas, humedad relativa baja y alimentación deficiente, que influyen en la producción y crianza de los ovinos. Por ello, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia llevó a cabo una investigación para crear una raza de ovino propia de la región, que se nombró MEVEZUG. Sin embargo, no se disponen de estudios relacionados con los factores que influyen en el PN en esta raza. Por consiguiente, el objetivo de este trabajo fue conocer los principales factores no genéticos que afectan el PN en ovejas criollas MEVEZUG en el Trópico seco de Guerrero, México.

Materiales y Métodos

Se utilizó la información de 1 157 registros del peso al nacer (PN), provenientes de 324 ovejas cruzadas MEVEZUG, con partos durante los años 2004 a 2017, ubicadas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N.1 en el Municipio de Pungarabato, de la región de Tierra Caliente del Estado de Guerrero, México.

Esta región se ubica a una latitud norte de 18°20'30" y longitud oeste de 100°39'18" en un rango altitudinal de 250 msnm. La temperatura promedio es de 25°C con precipitación promedio de 1 200 mm al año. Están definidas cuatro estaciones. La primavera que se corresponde con los meses de marzo a mayo; el verano de junio a agosto, el otoño de septiembre a noviembre y el invierno de diciembre a febrero. Se aprecian dos temporadas muy marcadas, una de lluvias (de junio a noviembre), con promedios de temperaturas de 18 °C y precipitaciones de 1.027 mm; y otra de seca (de diciembre a mayo), con promedio de temperaturas de 32 °C y 750 mm de precipitaciones (INEGI 2017 and UNAM 2017).

Para la creación de la raza se inició con un rebaño base de 50 hembras mestizas, de razas Dorper, Pelibuey y Black Belly, en el 2004. A partir de ahí, se llevaron a cabo varios cruzamientos con sementales de diferentes razas (Dorper, Black Belly, Pelibuey y Kathadin), con cuatro periodos de empadre, durante los años 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009 y 2009-2010 respectivamente. Se seleccionaron los animales que presentaron pelaje de color café claro o café tabaco, cuyos pesos al nacer promediaban 2.5 kg como mínimo, y que provenían

carried out.

Feeding consisted basically on rotating grazing in five meadows, with native pastures of the region such as bermuda (*Cynodon dactylom*), Venezuelan grass (*Panicum fasciculatum*), spider three-awn (*Aristida ternipes*), smooth mesquite (*Prosopis laevigata*), cueramo (*Cordia elaeagnoides*), cubata (*Acacia cochlicantha*), pinzan (*Pithecellobium dulce*), huizache (*Acacia farneasiana*), cheeseweed (*Malva parviflora*), morning-glory (*Ipomoea purpure*), zapotillo (*Cuphea aequipetala*), cassia (*Cassia didymobotrya*) and railroad-creeper (*Ipomoea cairica*). These pastures were only irrigated during the dry season.

The reproductive management was carried out by natural mating with controlled breeding, which consisted in separating the sheep from the stud, without having any visual, auditory and olfactory contact for a minimum period of one month. The stud stayed an average of 35 d, with the females suitable for reproduction (minimum weight of 25 kg at the first service). The sudden introduction of the males into the herd induces hormonal changes in the females, which lead to ovulation and estrus (male effect). This allowed us to concentrate parturition season in the same month, which guarantees a better care of the newborn and of mothers during and after parturition, as well as having lots of more lambs.

Lambs were left with the mothers in a tillering pen (sheep-lamb link), during the first three days of birth, to verify the consumption of colostrum, disinfection of the navel and place the identification earring. Later, and during the lactation period, they stayed with their mothers during the day (from 9 a.m. to 6 p.m.) in grazing, where they were given water *ad libitum*. In the afternoons, sheep, lambs and replacement females were locked in the same pen, where they were offered 100g/animal/d of maize in grain, only in the critical period of forage availability (in the months from February to June).

BW distribution was analyzed by SAS/INSIGHT. Non-normality was found through the results of the goodness of fit test for the normal distribution ($P < 0.001$) according to Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises and Anderson-Darling. According to the type of distribution followed by the BW (Gamma), the corresponding link function ($\eta = \log(\lambda)$) was used.

A mixed generalized linear model was applied using the GLIMMIX SAS procedure, version 9.3 (2013). This model allows to obtain the retransformed values, according to the inverse function to the link function ($\lambda = \exp(x\beta)$):

$$Y_{klmopj} = \mu + A_k + E_l + L_m + R_o + C_j + e$$

Where:

Y_{klmopj} = $f(\mu)$ phenotypical value expected from birth weight, according to the specific link function

μ = mean or intercept

A_k = fixed effect of the k-th year of birth ($k=2004, \dots, 2017$)

de parto múltiple. Posteriormente se realizaron cruzamientos interés.

La alimentación consistió básicamente en pastoreo rotativo en cinco praderas, con pastos nativos de la región como Bermuda (*Cynodon dactylom*), Setaria (*Panicum fasciculatum*), Zacate araña (*Asistida ternipes*), Mezquite (*Prosopis leavigata*), Cueramo (*Cordia elaeagnoides*), Cubata (*Acasi cochlicantha*), Pinzan (*Phitecellobium dulce*), Huizache (*Acacia farneasiana*), Quesitos (*Malva parviflora*), Campanitas (*Ipomoea purpure*), Zapotillo (*Cuphea aequipetala*), Casia (*Cassia didymobotrya*) y Campanilla (*Ipomoea cairica*). Estos pastos solo se regaron en la temporada de seca.

El manejo reproductivo se realizó por monta natural con empadre controlado, que consistió en separar al semental de las ovejas, sin tener ningún contacto visual, auditivo y olfatorio por un periodo mínimo de un mes. El semental permaneció un promedio de 35 d, con las hembras aptas para la reproducción (peso mínimo de 25 kg al primer servicio). La introducción repentina de los machos en el rebaño induce cambios hormonales en la hembra, que conducen a la ovulación y el celo (efecto macho). Esto permitió concentrar la época de partos a un mismo mes, lo que garantiza un mejor cuidado del recién nacido y de las madres durante y después del parto, así como tener lotes de mayor cantidad de corderos.

Los corderos se dejaron con las madres en un corral de ahijamiento (vínculo oveja-cordero), durante los tres primeros días de nacidos, para verificar el consumo de calostro, desinfección del ombligo y colocar el arete de identificación. Posteriormente, y durante el periodo de lactancia, estos permanecieron con sus madres durante el día (de 9 am a 6 pm) en el pastoreo, donde se le suministró agua *ad libitum*. En las tardes, las ovejas, los corderos y las hembras de reemplazo se encerraron en un mismo corral, donde se les ofreció 100g/animal/d de maíz en grano, solo en la época crítica de disponibilidad de forraje (en los meses de febrero a junio).

Se analizó la distribución del PN mediante el SAS/INSIGHT. Se constató la no normalidad a través de los resultados de los test de bondad de ajuste para la distribución normal ($P < 0.001$) según Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises y Anderson-Darling. De acuerdo con el tipo de distribución que sigue el PN (Gamma), se utilizó la función de enlace correspondiente ($\eta = \log(\lambda)$).

Se aplicó un modelo lineal generalizado mixto mediante el procedimiento GLIMMIX del SAS, versión 9.3 (2013). Este modelo permite obtener los valores retransformados, según la función inversa a la función de enlace ($\lambda = \exp(x\beta)$):

$$Y_{klmopj} = \mu + A_k + E_l + L_m + R_o + C_j + e$$

Donde:

Y_{klmopj} = $f(\mu)$ valor fenotípico esperado del peso al nacer, atendiendo a la función de enlace específica

μ = media o intercepto

A_k = efecto fijo del k-ésimo año de nacimiento

E_l = fixed effect of the l -th birth season (l =rain, dry)

L_m = fixed effect of the m -th parturition number ($m=1, \dots, 6$ or more)

R_o = fixed effect of the o -th type of parturition (o =single, double, triple, quadruple)

S_p = fixed effect of the p -th sex of the offspring (o =female, male)

C_j = random effect of the j -th sheep

e_{klmopj} = random error due to each observation
 $NID \sim (0, \sigma^2)$

Tukey-Kramer test was applied for multiple comparison of means of minimum squares, according to Kramer (1956).

Results and Discussion

Table 1 presents the descriptive statistics for birth weight. The general mean obtained in this study (2.71 kg) was similar to that reported by other authors in research conducted in Mexico. García (2000), in Nuevo León, in a study with Saint-Croix sheep, obtained estimates of 2.99 kg. González *et al.* (2002), in Tabasco, with the Black Belly race, reported 2.7 kg. Macías-Cruz *et al.* (2012), in Baja California, working with lambs from Pelibuey female terminal crossing with Dorper, Kathadin or Pelibuey studs, reported 2.8 kg of BW. In Tabasco, Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013), in F1 Pelibuey x Black Belly crossings, and in other undefined ones of Dorper x Kathadin, under conditions of humid tropic, referred a BW of 3.2 kg

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 52, Number 2, 2018.

($k=2004, \dots, 2017$)

E_l = efecto fijo de la l -ésima época de nacimiento (l =lluvia, seca)

L_m = efecto fijo del m -ésimo número de parto ($m=1, \dots, 6$ o más)

R_o = efecto fijo del o -ésimo tipo de parto (o =sencillo, doble, triple, cuádruple)

S_p = efecto fijo del p -ésimo sexo de la cría (o =hembra, macho)

C_j = efecto aleatorio de la j -ésima oveja

e_{klmopj} = error aleatorio debido a cada observación
 $NID \sim (0, \sigma^2)$

Se aplicó la dócima de Tukey-Kramer para la comparación múltiple de las medias de mínimos cuadrados, según Kramer (1956).

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presentan los estadígrafos descriptivos para el peso al nacer. La media general que se obtuvo en este trabajo (2.71 kg) fue similar a la informada por otros autores en investigaciones realizadas en México. García (2000) en Nuevo León, en un estudio con ovejas Saint-Croix, quien obtuvo estimados de 2.99 kg. González *et al.* (2002) en Tabasco, con la raza Black Belly, refirió 2.7 kg. Macías-Cruz *et al.* (2012) en Baja California, al trabajar con corderos de cruces terminales de hembras Pelibuey con sementales Dorper, Kathadin o Pelibuey, informaron PN de 2.8 kg. En Tabasco, Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013) en cruces F1 Pelibuey x Black Belly, y en otros indefinidos

Table 1. Statistics of weight at birth in MEVEZUG creole sheep

Statistics	BW
Mean kg	2.71
Standard deviation	0.72
Variation coefficient (%)	26.57

in both crosses.

Higher means for BW were reported in different regions of Mexico. González-Anaya *et al.* (2013) obtained 4.7 kg in Rambouillet lambs, in a study conducted in San Luis Potosí and Ramírez-Tello *et al.* (2013) in Hidalgo, they referred 5.1 kg in Hampshire lambs. These means were superior because they used meat breeds and an intensive management system.

Birth weight in sheep defines, to a great extent, survival and subsequent growth, until reaching the final weight. This is a determining indicator in the development and productivity of sheep (Perón 2008). In this sense, Nowak and Poindron (2006) and Macedo *et al.* (2010) noted that low values of birth weight in sheep predispose to death by various reasons like starvation, weakness, low reserve energy, hypothermia and immaturity.

The significant effect of birth year, birth season, birth

de Dorper x Kathadin, en condiciones de Trópico húmedo, refirieron en ambos cruces PN de 3.2 kg.

Mayores medias para el PN se informaron en diferentes regiones de México. González-Anaya *et al.* (2013) obtuvieron 4.7 kg en corderos Rambouillet, en un estudio realizado en San Luis Potosí y Ramírez-Tello *et al.* (2013) en Hidalgo, refieren 5.1 kg en corderos Hampshire. Estos promedios fueron superiores, debido a que utilizaron razas de carne y un sistema de manejo intensivo.

El peso al nacer en ovinos define, en gran medida, la supervivencia y el crecimiento posterior, hasta alcanzar el peso final. Este es un indicador determinante en el desarrollo y la productividad del ovino (Perón 2008). En este sentido, Nowak y Poindron (2006) y Macedo *et al.* (2010) señalaron que valores bajos de peso al nacer en ovejos predisponen a la muerte por diversas causas, entre las que se destacan inanición, debilidad, baja energía de reservas, hipotermia e inmadurez.

number, type of parturition and sex in BW was evidenced (table 2). These results correspond to those of Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2009), Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013) and Ríos-Utrera *et al.* (2014), under the conditions of the

Se evidenció el efecto significativo del año de nacimiento, época de nacimiento, número de parto, tipo de parto y sexo en el PN (tabla 2). Estos resultados se corresponden con los de Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2009),

Table 2. Analysis of variance of fixed effects of weight at birth of MEVEZUG creole sheep

Effects	gl	F	p
Birth year	13	8.93	<.0001
Birth season	1	16.21	<.0001
Parturition number	5	7.18	<.0001
Type of parturition	3	120.71	<.0001
Sex	1	18.50	<.0001

humid tropic of Mexico.

Table 3 shows the means of least squares, obtained for the effect of year and birth season, where differences in BW were observed. In the herd under study, the best means for BW, according to birth year, were in the period from 2004 to 2008 and in 2014. These results are mainly due to the fact that the period from 2004 to 2008 is in agreement with the F1 crossings, carried out with males of breeds specialized in meat production (Dorper, Kathadin and Pelibuey), in which higher heterosis was manifested, according to Falconer and Mackay(1996). The high value of BW in 2014 could be due to the low number of observations available in this year (only 42) with respect to the rest. From 2009 to 2017, the BW was affected because, during this period, the first inter se crossings were performed, from which there are losses of heterosis by recombination, which decreases the performane of certain traits, such as weight at birth. This performance agrees with the

Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013) y Ríos-Utrera *et al.* (2014), en las condiciones de trópico húmedo de México.

En la tabla 3 se presentan las medias de mínimos cuadrados, obtenidas para el efecto del año y la época de nacimiento donde se apreciaron diferencias en el PN. En el rebaño en estudio, los mejores promedios para el PN, de acuerdo con el año de nacimiento fueron en el período de 2004 a 2008 y en el 2014. Estos resultados se deben, fundamentalmente, a que el período de 2004 a 2008 se corresponde con los cruzamientos F1, realizados con machos de razas especializadas en producción de carne (Dorper, Kathadin y Pelibuey), en los que se manifestó mayor heterosis, según informó Falconer y Mackay (1996). El alto valor del PN en el año 2014 se pudiera deber al bajo número de observaciones disponible en este año (solo 42) con respecto al resto. Del 2009 al 2017 hubo afectación en el PN, debido a que en esta etapa se realizaron los primeros cruzamientos inter se, en los cuales hay pérdidas de heterosis por recombinación, lo que

Tabla 3. Effect of year and season of birth on weight at birth of MEVEZUG creole sheep

Birth year	Mea,n kg	SE±	Birth season	Mean, kg	SE±			
2004	2.79 ^a	0.10	Rainy	2.48	0.05			
2005	2.63 ^a	0.09						
2006	2.59 ^a	0.07						
2007	2.50 ^a	0.08						
2008	2.52 ^a	0.06						
2009	2.34 ^b	0.06						
2010	2.38 ^b	0.07						
2011	2.11 ^{bc}	0.06				Dry	2.27	0.04
2012	2.15 ^{bc}	0.07						
2013	2.04 ^c	0.07						
2014	2.43 ^a	0.09						
2015	2.35 ^b	0.08						
2016	2.24 ^{bc}	0.07						
2017	2.23 ^{bc}	0.08						

^{a,b,c} Different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05), according to Kramer (1956)

results of Cienfuegos-Rivas *et al.* (2010) and with those reported in different sheep breeds.

The best average according to birth season was during rains. The seasonal effect on birth weight is associated with the performance of rains, due to its important effect on production, availability and quality of forage, according to the criteria of Rodríguez *et al.* 2006 and Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2009).

Steinheim *et al.* (2007) reported that different climatic aspects, such as the rainfall regime, can favor growth of lambs at different times of the year. Steinheim *et al.* (2007) and Martínez (2008) reported that there are breeds that are more sensitive to environmental changes, and that often the best environment for some breeds is not the best for others. These authors considered that to understand some effects between the herd and the year, it is necessary to consider environmental characteristics such as climate and topography, which can affect the production of different breeds. Forero *et al.* (2017) noted that high temperatures during pregnancy result in a reduction in the weight of the lamb at birth, due to the possible effect of caloric stress on feed intake and on the reduction of tissue weight of cotyledons. All this reduced, consequently, the carrying of nutrients to the fetus.

Lambs born from sheep of the first calving were less heavy (2.18 ± 0.05 kg) than those born from the second to the sixth (table 4). This is a common result, in which the highest weights at birth are usually found in lambs of mothers of intermediate ages, while the smaller weights correspond to lambs born to first-time mothers. This is attributed to the fact that young ewes, which have not reached their adult size, continue to grow during pregnancy, which establishes a competition for the nutrients available for fetus growth and that of the sheep itself (Osorio and Montalvo 2007, Sulaiman *et al.* 2009, Bermejo *et al.* 2010, González-Anaya *et al.* 2013 and López-Leyva *et al.* 2017). Other possible causes include the effect of weight of the sheep at the time of breeding and feeding in the last third of gestation (De Lucas *et al.* 2003, Arias 2006 and Díaz *et al.* 2012).

Several authors found that lamb weights at birth increase for each year of increase in sheep age, then

disminuye el comportamiento de determinados rasgos, entre los que se citan el peso al nacer. Este comportamiento concuerda con los resultados de Cienfuegos-Rivas *et al.* (2010) y con los informados en diferentes razas de ovinos.

El mejor promedio de acuerdo con la época de nacimiento fue en lluvias. El efecto estacional en el peso al nacimiento se asocia al comportamiento de las lluvias, debido a su importante efecto en la producción, disponibilidad y calidad del forraje, según los criterios de Rodríguez *et al.* 2006 e Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2009).

Steinheim *et al.* (2007) informaron que los diferentes aspectos climáticos, como el régimen de lluvias, pueden favorecer el crecimiento de los corderos en distintas épocas del año. Steinheim *et al.* (2007) y Martínez (2008) refieren que hay razas más sensibles a los cambios ambientales, y que muchas veces el mejor ambiente para unas razas no es el mejor para otras. Estos autores consideraron que para poder entender algunos efectos entre el hato y el año, hay que considerar características ambientales como el clima y la topografía, que pueden afectar la producción de diferentes razas. Forero *et al.* (2017) señalaron que las temperaturas elevadas durante la gestación se traducen en una reducción del peso del cordero al nacimiento, debido al posible efecto del estrés calórico en el consumo de alimento y en la reducción del peso del tejido de los cotiledones. Todo ello redujo, consecuentemente, el porte de nutrientes al feto.

Los corderos nacidos de ovejas del primer parto fueron menos pesados (2.18 ± 0.05 kg) que los nacidos del segundo al sexto (tabla 4). Este es un resultado común, en el que los mayores pesos al nacimiento se encuentran generalmente en corderos hijos de madres de edades intermedias, mientras que los pesos menores corresponden a corderos hijos de madres primerizas. Esto se atribuye a que las ovejas jóvenes, que no han alcanzado su tamaño adulto, continúan creciendo durante la gestación, lo que hace que se establezca una competencia por los nutrientes disponibles para el crecimiento del feto y el de la propia oveja (Osorio y Montalvo 2007, Sulaiman *et al.* 2009, Bermejo *et al.* 2010, González-Anaya *et al.* 2013 y López-Leyva *et al.* 2017). Otras posibles causas comprenden el efecto del peso de la oveja al momento del empadre y la alimentación en el último tercio de gestación (De Lucas *et al.* 2003, Arias 2006 y Díaz *et al.* 2012).

Diversos autores encontraron que los pesos de los

Table 4. Effect of parturition number on weight at birth of MEVEZUG creole sheep

Parturition number	Means, kg	SE±
1	2.18 ^b	0.04
2	2.34 ^a	0.05
3	2.40 ^a	0.05
4	2.42 ^a	0.06
5	2.46 ^a	0.07
6	2.43 ^a	0.07

^{a, b}Different superscripts in the same column differ significantly ($P < 0.05$), according to Kramer (1956)

decrease after six years of age (Dickson *et al.* 2004, Arias 2006, Ríos-Utrera *et al.* 2014 and López-Leyva *et al.* 2017).

The effect of the type of birth on BW of MEVEZUG creole sheep (table 5) showed that sheep with a single parturition, lambs were born with higher average weight (3.19 ± 0.04 kg) with respect to double, triple and quadruple births. Several authors (Bentancor 2013, González-Anaya *et al.* 2013, Hinojosa-Cuéllar *et al.* 2013, Ramírez-Tello *et al.* 2013, and Moyano *et al.* 2017) reported a significant effect on birth weight due to the type of parturition. As they refer, the explanation for this better growth is due to the fact that lambs of single birth have no competence at uterus level for the nutrients of the mother. In addition, birth weight of lamb seems to be positively correlated to the number and weight of the cotyledons of the uterus. In multiple gestations, the number of cotyledons per fetus decreases, the exchange of nutrients per fetus is reduced, fetal growth decreases and, consequently, birth weight. At the beginning of gestation, single and double fetuses have a similar weight, but, after the third month, growth differences

corderos al nacimiento se incrementan por cada año de aumento en edad de la oveja, para luego disminuir después de los seis años de edad (Dickson *et al.* 2004, Arias 2006, Ríos-Utrera *et al.* 2014 y López-Leyva *et al.* 2017).

El efecto del tipo de parto en el PN en ovejas criollas MEVEZUG (tabla 5) evidenció que en ovejas que tuvieron parto sencillo los corderos nacieron con peso promedio superior (3.19 ± 0.04 kg) con respecto a los partos dobles, triples y cuádruples. Varios autores (Bentancor 2013, González-Anaya *et al.* 2013, Hinojosa-Cuéllar *et al.* 2013, Ramírez-Tello *et al.* 2013 y Moyano *et al.* 2017) informaron efecto significativo en el peso al nacimiento, debido al tipo de parto. Según refieren, la explicación para este mejor crecimiento se debe a que los corderos de parto único no tienen competencia a nivel del útero por los nutrientes de la madre. Además, el peso al nacimiento del cordero parece estar correlacionado positivamente con el número y peso de los cotiledones del útero. En gestaciones múltiples, el número de cotiledones por feto disminuye, el intercambio de nutrientes por feto se reduce, y disminuye el crecimiento fetal y por consiguiente, el peso al nacimiento. Al principio de la gestación los fetos simples y dobles tienen un peso

Table 5. Effect of type of parturition on birth weight in MEVEZUG creole sheep

Type of parturition	Means kg	SE±
Single	3.19 ^a	0.04
Double	2.58 ^b	0.03
Triple	2.07 ^c	0.05
Quadruple	1.86 ^c	0.11

^{a, b}Different superscripts in the same column differ significantly ($P < 0.05$), according to Kramer (1956)

between both types begin to be marked.

The effect of sex on BW (table 6) in MEVEZUG creole sheep showed better performance in males with respect to females ($P < 0.0001$). The weight of females was 6% lower than that of males. This performance is consistent with the results reported in different sheep breeds (Macedo and Arredondo 2008, Ramírez-Tello *et al.*, 2013, Ríos-Utrera *et al.*, 2013 and Forero *et al.*

parecido, pero a partir del tercer mes las diferencias de crecimiento entre ambos tipos comienzan a ser marcadas.

El efecto del sexo en el PN (tabla 6) en ovejas criollas MEVEZUG mostró mejor comportamiento en los machos con respecto a las hembras ($P < 0.0001$). El peso de las hembras fue 6 % inferior al de los machos. Este comportamiento concuerda con los resultados informados en diferentes razas de ovinos (Macedo y

Table 6. Effect of sex of the offspring on birth weight of MEVEZUG creole sheep

Sex	Means, kg	SE±
Male	2.44	0.05
Female	2.30	0.04

2017).

Regarding the influence of the sex of the offspring on birth weight, in general terms, it is estimated that, in male lambs, it is 5 to 22 % higher than females (Rodríguez *et al.* 2006 and Macedo and Arredondo 2008). This is explained because the number of placental

Arredondo 2008, Ramírez-Tello *et al.* 2013, Ríos-Utrera *et al.* 2013 y Forero *et al.* 2017).

En cuanto a la influencia del sexo de la cría en el peso al nacimiento, en términos generales se estima que, en los corderos machos es de 5 a 22 % superior con respecto a las hembras (Rodríguez *et al.* 2006 y Macedo

cotyledons per fetus is little variable between males and females, although the weight of cotyledons associated with males is 10.5% higher than that associated with females, which would mean better passage of nutrients to the fetus. This difference in weight is attributed to caruncular competition among fetuses of different sex. A twin-calving female, born with another female, weighs more at birth than one that shares the maternal womb with a male.

Martínez (2008) and Ramírez-Tello *et al.* (2013) noted that the rate of skeletal growth in the uterus is faster in males than in females, which is attributed to several physiological functions, which are primarily of a hormonal nature (abundant production of testosterone), by male fetuses. This causes greater weight at birth and then, faster growth until weaning.

It is concluded that the effects of the year and birth season, number and type of parturition and sex of the offspring, should be considered for purposes of general management of the sheep herd, as well as for the design of a program for genetic improvement of birth weight of lambs of MEVEZUG breed.

y Arredondo 2008). Esto se explica porque el número de cotiledones placentarios por feto es poco variable entre machos y hembras, aunque el peso de los cotiledones asociados a los machos es superior en 10.5% al asociado a las hembras, lo que supondría mayor paso de nutrientes hacia el feto. Esta diferencia en el peso se atribuye a la competencia caruncular entre fetos de distinto sexo. Una hembra de parto gemelar, que nace junto con otra hembra, pesa más al nacimiento que una que comparte el útero materno con un macho.

Martínez (2008) y Ramírez-Tello *et al.* (2013) señalaron que la tasa de crecimiento esquelético en el útero es más rápida en los machos que en hembras, lo que es atribuible a diversas funciones fisiológicas, que son fundamentalmente de naturaleza hormonal (abundante producción de testosterona), a cargo de fetos machos. Esto origina mayor peso al nacimiento y luego, crecimiento más rápido hasta el destete.

Se concluye que los efectos del año y la época de nacimiento, el número y tipo de parto y el sexo de la cría, se deben considerar para fines de manejo general del hato ovino, así como para el diseño de un programa de mejoramiento genético del peso al nacer de corderos de la raza MEVEZUG.

References

- Arias, M. F. 2006. Determinación de Algunos Factores que Afectan el Peso al Nacimiento y el Crecimiento Temprano en Cabritos Criollos de la Precordillera de la Región Metropolitana. Graduate Thesis, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile.
- Bermejo, L. A., Mellado, M., Camacho, A., Mata, J., Arévalo, J. R. & De Nascimento, L. 2010. Factors influencing birth and weaning weight in Canarian hair lambs. *Rev. J Anim Res.* 37:273-275
- Bentancor, S. V. 2013. Efecto de la Condición Corporal y el Peso al Nacimiento del Cordero Sobre su Comportamiento al nacimiento. Tesis de pregrado, Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Cienfuegos-Rivas, E., González-Reyna, G. Hernández-Meléndez, A., Zárate-Fortuna, J., Ibarra-Hinojosa, P., Lucero, M. A., Magaña, F. A. & Martínez González, J. C. 2010. Mejoramiento Genético de la Producción Ovina Mediante Estrategias de Cruzamientos con Razas de Pelo. *Rev. Arch Latinoam Prod Anim.* 18:49-56. ISSN 1022-1301. 2010
- De Lucas, T. J., Zarco, Q. L., Gonzalez, P. E., Tortora, P. J., A., V.-G., & C., V. P. 2003. Crecimiento Predestete de Corderos en Sistemas Intensivos de Pastoreo y Manejo Reproductivo en el Altiplano Central de México. *Rev. Vet Méx.* 34:235-345.
- Díaz, M. M. A., Martínez, G. S., Moreno, F. L. A., Jaramillo, L. E., Gómez, D. A. A. & Salgado, M. S. 2012. Factores de la Oveja, del Cordero y del Ambiente Asociados a la Mortalidad de los Corderos. *Rev. AbVet.* 2:41-46.
- Dickson, U. L., Torres, G.H., Dáubarrete, R.M. & García, O.B. 2004. Crecimiento en Ovinos West African bajo un Sistema de Pastoreo Restringido en Venezuela. *Rev. Fac Agron.* 21:59-67.
- Falconer D.S. & Mackay, M. T. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Essex, UK.
- Forero, F., Venegas, M., Alcalde, M. & Daza, A. 2017. Peso al nacimiento y al destete y crecimiento de corderos Merinos y cruzados con Merino Precoz y Ile de France: Análisis de algunos factores de variación. *Rev. Arch Zootec.* 66:89-97.
- García, G. C. 2000. Estimación de parametros geneticos en ovinos saint-Croix. Master Thesis. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, México.
- González, G. R., Torres, H. G. & Castillo, A. M. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el el peso final en el trópico húmedo de México. *Rev. Vet Méx.* 33: 443-453.
- González-Anaya, A., Ochoa-Cordero, M. A., Torres-Hernández, G., Díaz-Gómez M. O. & González-Camacho, J. M. 2013. Influencia de Factores Ambientales en el Corportamiento Productivo en Fase Predestete de Corderos Rambouillet. *Rev. AbVet.* 3: 31-38.
- Hinojosa-Cuellar, J. A., Regalado-Arrazola, F. M. & Oliva-Hernández, J. 2009. Crecimiento Prenatal y Predestete en Corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus Cruces en el Sureste de México. *Rev. Cient FCV LUZ.* 19:522-532.
- Hinojosa-Cuellar, J. A., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G. & Segura-Correa, J. C. 2013. Comportamiento productivo de corderos F 1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco. *Rev. Arch Med Vet.* 45:135-143.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Available: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/default.aspx>
- Kramer, C.Y. 1956. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics* 12: 307- 310.

- López-Leyva, Y., Arece-García, J., Torres-Hernández, G. & González-Garduño, R. 2017. Efecto del número de partos en el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey y mestizos de Pelibuey en condiciones de producción. *Rev. Pastos y Forrajes*. 40:73-77.
- Macedo, R., & Arredondo, V. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. *Rev. Arch Zootec*. 57:219-228.
- Macedo, R., Arredondo, V., Rodríguez, J., Ramírez, J. & López, B. 2010. Efecto del Sistema de Producción, de la Época de Nacimiento y del Sexo sobre la Mortalidad Neonatal de Corderos Pelibuey. *Rev. Trop Subtrop Agroecosys*. 12:77-84.
- Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F.D., Olgún-Arredondo, H.A., Molina-Ramírez, L., Avendaño-Reyes, L. 2012. Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de razas Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el período predestete. *Rev. Arch Med Vet*. 44:29-37.
- Martínez, G., F. 2008. Factores que Afectan el Peso al Nacer y al Destete de Corderos Dorper Estabulados. Graduate Thesis. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Moyano, J., C. Lopez, J., C. Marini, P., R. & Fischman, M.L. 2017. Crecimiento Pre-Destete del Ovino F1 Blackbelly x Pelibuey en Condiciones de Pastoreo Libre en la Amazonia Ecuatoriana. *Rev. Inv Vet Perú*. 28:1078 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13929>
- Nowak, R. & Poindron, P. 2006. From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition Development*. 46:431-446.
- Osorio, A. J. & Montalvo, V. H. H. 2007. Efectos de cruzamiento de la raza de semental con ovejas locales sobre características de peso al nacimiento y al destete en la región central de México. In: V Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina.
- Perón, N. 2008. Crecimiento del Ovino Pelibuey en Cuba. Revisión Bibliográfica. *Rev. Cienc Tec Gan*. 2: 117-131.
- Ramírez-Tello, J. A., Torres-Hernández, G., De La Cruz-Colín, L., Ochoa-Cordero, M. A., & Suárez-Espinosa, J. 2013. Evaluación de factores ambientales que influyen en características de crecimiento del nacimiento al destete de corderos Hampshire. *Rev. Mex Cienc Pec*. 4:117-125.
- Ríos-Utrera, Á., Calderón-Robles, R., Lagunes-Lagunes, J. & Oliva-Hernández J. 2014. Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. *Rev. Elect Nov. Sci*. 6:272-286.
- Rodríguez, C., M., Padron, Q., Y., Acosta, R., M., & Gonzalez P. S. 2006. Características Productivas del Rebaño Ovino Pelibuey en la Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos". *Rev. Cub Cienc Agric*. 42(1): 45-49.
- Steinheim, G., Ødegård, J., Ådnøy, T. & Klemetsdal, G. 2007. Genotype by Environment Interaction for Lam Weaning Weight in two Norwegian Sheep Breeds. *J. Anim Sci*. 86:33-39.
- Sulaiman, Y., Flores-Serrano, C., Ortiz-Hernández, A., Angulo-Mejorada, R. B. & Montaldo, H. H. 2009. Evaluación de Métodos de Corrección para Efectos Ambientales para Peso al Destete en Corderos Suffolk. *Rev. Vet Méx*. 40:219-229.
- SAS. 2013. Statistical Analysis System. SAS User's guide. Statistics. Version 9.3. Ed. SAS Institute Inc. Cary, N. C., USA.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016). Available: <http://www.sagarpa.gob.mx> Consulted: 07-05-2018
- UNAM. 2017. Anuario del Observatorio Astronómico Nacional. 136 Ed. Ed. Instituto de Astronomía, México, D. F, p. 11.

Received: November 23, 2017