

Revista Electrónica Nova Scientia

Análisis del crecimiento predestete de corderos Barbados Barriga Negra en clima cálido húmedo Preweaning growth analysis of Blackbelly lambs in hot humid weather

Gabriel González-Domínguez¹, José Alfonso Hinojosa-Cuéllar¹, Jorge Oliva-Hernández^{1,2}, Glafíro Torres-Hernández³, José Candelario Segura-Correa⁴, Roberto González-Garduño⁵ e Irma del Carmen García-Osorio

¹Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco

²Campo Experimental Huimanguillo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Huimanguillo, Tabasco

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México

⁴Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán

⁵Universidad Autónoma de Chapingo, URUSSE, Tabasco

México

José Alfonso Hinojosa-Cuéllar. E-mail: ponchito34@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de estimar los efectos genéticos y ambientales sobre las variables peso al nacer (PN), peso al destete ajustado (PDA) y ganancia diaria de peso (GDP) predestete, en corderos Barbados Barriga Negra (Blackbelly) en clima Af(m) cálido húmedo, se realizó un estudio retrospectivo observacional en una finca del municipio de Centro, Tabasco, México. También se estimaron las heredabilidades del PN y PDA y se efectuó una prueba de progenie de sementales. De los registros de producción se tomaron 650 datos de PN y 445 de PDA y GDP predestete correspondientes a las pariciones de ovejas en los años 2000, 2002 y 2004. El peso al destete y la GDP fueron ajustados a 102 d de edad. Se hicieron dos análisis: en el primero se utilizó un modelo que incluía los efectos fijos de sexo del cordero (hembra y macho), tipo de nacimiento del cordero (sencillo y múltiple), número de parto (primíparas y múltiparas) y el efecto de sementales, mientras que el año-estación fungió como factor de bloqueo. En el segundo análisis se utilizó un modelo mixto que incluyó los efectos fijos anteriores y el efecto aleatorio de semental (ocho para PN y siete para GDP y PDA) dentro de año-estación. Todas las variables independientes afectaron el PN ($P < 0.01$). El semental afectó la GDP y el PDA ($P < 0.01$). El PDA estuvo afectado por el número de parto. Los corderos provenientes de ovejas múltiparas tuvieron un mayor PN y PDA que los corderos de ovejas primíparas. En la población de animales estudiados, los valores de heredabilidad estimados fueron 0.16 ± 0.05 y 0.48 ± 0.03 para el PN y PDA, respectivamente.

Palabras Clave: Ovinos de pelo, trópico húmedo, lactancia, heredabilidad

Recepción: 08-06-2016

Aceptación: 25-08-2016

Abstract

To estimate genetic, non-genetic and environmental effects on the response variables birth weight (BW), adjusted weaning weight (AWW) and preweaning average daily gain (ADG) in Blackbelly lambs in Af(m) warm-humid climate, a retrospective observational study of a farm of Tabasco state, Mexico was carried out. Heritabilities of BW and AWW were estimated and a progeny test of sires was performed. Records of 650 BW, 445 AWW and the ADG were used from years 2000, 2002 and 2004. WW and ADG were adjusted to 102 d of age. Two analyzes were made: the first model included the fixed effects of sex (male and female), type of birth (single and multiple), number of parity (primiparous and multiparous), the sire effect and year-season as a blocking factor. In the second analysis, a mixed model that included the above fixed effects and the random effect of sire (eight to BW and seven to ADG and AWW) within year-season was used. All independent variables affected the BW ($P < 0.01$). The sires affected preweaning ADG and AWW ($P < 0.01$). The AWW was affected by number of parity. Lambs from multiparous ewes were heavier at birth and weaning with respect to lambs from primiparous. In the studied animal population, the estimated heritabilities values were 0.16 ± 0.05 and 0.48 ± 0.03 for BW and AWW, respectively.

Key words: Hair sheep, humid tropic, lactation, heritability

Introducción

La importancia económica de la ovinocultura en México se hace evidente principalmente por la alta demanda anual de carne de esta especie para el consumo de platillos tradicionales como la barbacoa. Durante el 2014 se estimó que la población ovina fue de 8.6 millones de cabezas, la cual permitió producir 58 mil t de carne en canal. Sin embargo, se requirió importar 23 mil ovinos en pie y un poco más de 11 mil t de carne ovina congelada (FND, 2015) para cubrir la demanda de este tipo de carne.

La región tropical de México dispone de abundancia de recursos forrajeros (Enríquez *et al.*, 2011, 3-5), los cuales pueden apoyar el crecimiento del inventario ovino nacional y constituye, por un lado, una alternativa para albergar diversos sistemas de producción ovina que permitan contribuir a satisfacer la demanda de carne, y por otra, una opción para aprovechar de manera más eficiente las praderas, rastrojos agrícolas, forrajes de corte e ingredientes alimenticios regionales en la alimentación de los ovinos (Espinosa-García *et al.*, 2015, 112).

La producción de ovinos en Tabasco se realiza, fundamentalmente, con los grupos raciales Pelibuey y Barbados Barriga Negra (Blackbelly) como razas maternas y sus cruces con las razas Dorper y Katahdin como razas paternas (González *et al.*, 2002, 444; Cadenas-Cruz *et al.*, 2012, 99; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2012, 167). Ambos grupos raciales, Pelibuey y Barbados Barriga Negra, constituyen un recurso genético en el estado de Tabasco que requiere ser conservado y evaluado productivamente (Quiroz-Valiente y Oliva-Hernández, 2013, 42-44; Espinosa-García *et al.*, 2015, 111).

Para establecer un sistema de producción apropiado en estas razas es necesario conocer los factores que afectan la producción en los indicadores técnicos productivos con el objeto de mejorarlos y, a partir de ello, proponer estrategias de producción. Entre los indicadores técnicos productivos más importantes en los ovinos se encuentran el peso al nacimiento (PN), peso al destete y la ganancia diaria de peso (GDP) predestete los cuales son de fácil obtención y registro, este tipo de información permite evaluar al individuo o a los progenitores. En este sentido, la prueba de progenie es un método efectivo a través de la cual se pueden identificar animales sobresalientes en alguna característica productiva. Se ha informado la utilización de este método

bajo condiciones de campo en la raza Pelibuey (Hinojosa-Cuéllar *et al.* 2012, 162; Quiroz *et al.* 2012, 358-359), sin embargo, estudios para determinar los factores que afectan los indicadores técnico productivos en la raza Barbados Barriga Negra son escasos en Tabasco, pero se han generado algunos estudios sobre el comportamiento reproductivo (Hinojosa-Cuéllar y Oliva-Hernández 2009, 289) y productividad (Cadenas-Cruz *et al.*, 2012, 97).

Los objetivos del presente estudio fueron estimar el comportamiento productivo de ovinos Barbados Barriga Negra en una finca comercial, la heredabilidad y factores no genéticos (tipo de nacimiento, sexo, número de parto, año y época de nacimiento) que afectan su variación. Asimismo, evaluar a los sementales utilizados en el rebaño a través de una prueba de progenie.

Método

Localización y características climáticas del área de estudio. La información se tomó de una finca comercial dedicado a la cría y finalización de ovinos Barbados Barriga Negra, situado a 25 km de la carretera Villahermosa-Teapa, a 5 km sobre la carretera a la Ranchería Alvarado 2° sección, municipio del Centro, Tabasco, México a 17° 48' 35'' Latitud Norte y 92° 59' 70'' Longitud Oeste. El clima que predomina en la región es Af(m) cálido húmedo y con abundantes lluvias en verano (García, 2004, 29, 39, 83), temperatura media anual de 27.1°C y un promedio de precipitación pluvial anual de 2 676 mm (CONAGUA, 2014).

Alimentación y Manejo. La alimentación de los ovinos se basó en el pastoreo en praderas de pasto Pangola (*Digitaria decumbens*), gramas nativas (*Paspalum spp*) y Rhodes (*Chloris Gayana*) y una complementación alimenticia. Las ovejas recibieron 300 g/d/oveja de un alimento comercial (14% de PC) una semana antes de la fecha probable de parto y durante toda la lactancia, así como sal mineral y agua a libre consumo. En la primera semana de lactación, las ovejas permanecieron estabuladas con sus camadas, después de este tiempo las ovejas salieron al pastoreo por la mañana regresando a las 14 h (aproximadamente) al corral para amamantar a sus crías, y permanecer con su camada toda la noche. Los corderos se pesaron al nacimiento (dentro de las primeras 24 h de vida) y al destete (102 d de edad aproximadamente).

Base de datos y análisis estadístico. El estudio fue de tipo retrospectivo observacional. Los datos utilizados fueron: identificación del semental, oveja y del cordero, fecha de parto de la oveja, tipo de nacimiento del cordero (sencillo, doble y triple), número de parto (primípara y múltiparas), sexo de los corderos (hembra y macho) y año de nacimiento del cordero (2000, 2002 y 2004). Con las fechas de parto se agruparon los datos en tres clases de año-época debido a que en los años de nacimiento había diferentes meses sin observaciones. Los corderos con tipo de nacimiento doble o triple se agruparon en una sola clase (múltiples) debido al bajo número de observaciones de corderos con tipo de nacimiento triple quedando, finalmente como provenientes de tipo de nacimiento sencillo y múltiple.

Los corderos se pesaron al nacimiento y al destete. El peso al destete y la GDP predestete fueron ajustados al promedio de edad (102 d) al destete. Las variables dependientes a evaluar fueron: PN, peso al destete ajustado (PDA) y GDP predestete ajustada. Se hicieron dos análisis para las variables PN, PDA y GDP predestete. Para el primer análisis se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2002). Se consideró como variables independientes el tipo de nacimiento, sexo de la cría, año-época de nacimiento (se dejó en el modelo como factor de bloqueo), número de parto y padre de la cría. Las interacciones posibles entre variables se eliminaron de los modelos por no ser significativas ($P > 0.05$). En este análisis se consideró el efecto del padre de la cría (ocho para el PN y siete para la GDP predestete y el PDA) como efecto fijo para estimar las medias de cuadrados mínimos por semental.

En el segundo análisis se utilizó un procedimiento Mixed (SAS, 2002) considerando al padre de la cría dentro de año estación como efecto aleatorio. Los demás factores fueron los mismos efectos fijos del modelo anterior. De este análisis se tomaron los componentes de varianza para estimar los índices de herencia de las variables respuesta por el método de medios hermanos paternos (Turner y Young, 1969, 112; Falconer y Mackay, 1996, 167). Los errores estándar de los índices de herencia se calcularon con la fórmula descrita en Turner y Young (1969, 112).

Resultados

Las medias generales \pm desviación estándar fueron 2.9 ± 0.68 kg, 115 ± 54 g y 14.8 ± 5.6 kg para PN, GDP predestete y PDA, respectivamente. Las medias de mínimos cuadrados por tipo de

nacimiento, sexo y número de parto para las tres variables respuesta se presentan en el Cuadro 1. Las medias de estas mismas variables para cada uno de los sementales analizados se presentan en el Cuadro 2.

Todas las variables independientes afectaron ($P<0.01$) el PN del cordero (Cuadro 1). La GDP predestete y el PDA fueron afectados por el padre de la cría ($P<0.01$). El número de parto afectó ($P<0.01$) el PDA. Los corderos machos pesaron 2.9 kg y los de tipo de nacimiento sencillo 2.9 kg de PN en comparación con las hembras (2.8 kg) y los de tipo de nacimiento múltiple (2.8 kg) para estas mismas variables ($P<0.01$). Corderos nacidos de madres primíparas pesaron menos ($P<0.01$) al nacimiento y al destete (2.4 y 13.7 kg) que los de madres multíparas (3.3 y 15.3 kg). Los valores de heredabilidad estimados fueron de 0.16 ± 0.05 y 0.48 ± 0.03 para PN y PDA, respectivamente.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos (\pm errores estándar) de las variables peso al nacimiento (PN), ganancia diaria de peso (GDP) predestete y peso al destete ajustado a 102 d de edad (PDA) de corderos Barbados Barriga Negra, de acuerdo al tipo de nacimiento, sexo del cordero y número de parto de ovejas en condiciones de clima cálido húmedo.

Factor	n	PN (kg)	N	GDP predestete (g)	PDA (kg)
Tipo de nacimiento					
Sencillo	415	2.9 \pm 0.05 ^a	290	114 \pm 9	14.5 \pm 0.97
Múltiple	235	2.8 \pm 0.05 ^b	155	115 \pm 9	14.4 \pm 1.00
Sexo					
Hembra	272	2.8 \pm 0.03 ^a	169	111 \pm 9	14.2 \pm 0.97
Macho	378	2.9 \pm 0.03 ^b	276	117 \pm 9	14.8 \pm 0.96
Número de parto					
Primípara	203	2.4 \pm 0.05 ^a	132	111 \pm 10	13.7 \pm 1.05 ^a
Múltipara	447	3.3 \pm 0.05 ^b	313	117 \pm 9	15.3 \pm 0.94 ^b

a, b, medias de cuadrados mínimos \pm EE con letras diferentes dentro de cada columna y similar factor indican diferencias ($P<0.05$).

Cuadro 2. Media de cuadrados mínimos para peso al nacer (PN), ganancia diaria de peso (GDP) predestete y peso al destete ajustado a 102 d de edad (PDA), de la progenie de carneros Barbados Barriga Negra utilizados como sementales.

Carnero número	N	PN (kg)	n	GDP predestete (g)	PDA (kg)
3	44	2.7±0.05 ^a	26	0.149±0.011 ^a	17.9±1.12 ^a
9	130	2.4±0.03 ^a	97	0.144±0.006 ^a	17.0±0.58 ^a
6	229	2.4±0.02 ^a	171	0.141±0.005 ^a	16.7±0.47 ^a
8	73	2.5±0.04 ^a	54	0.141±0.007 ^a	16.9±0.77 ^a
5	7	3.4±0.13 ^b	7	0.104±0.020 ^a	13.9±2.12 ^a
1	126	2.4±0.03 ^a	61	0.093±0.007 ^b	12.0±0.74 ^b
4	29	3.6±0.06 ^b	29	0.069±0.010 ^b	10.6±1.07 ^b
2	12	2.4±0.10 ^a			

a, b, medias de cuadrados mínimos ± EE con letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias (P<0.05).

Discusión y Conclusiones

La media general en el PN fue de 2.9±0.02 kg, la cual está dentro de los límites informados en corderos Blackbelly y en corderos cruzados de Pelibuey x Blackbelly en los que esta variable se encuentra entre 2.8 y 3.1 kg, en la región de estudio (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2011, 3151; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2013, 137). En este estudio, el programa de alimentación y manejo aplicado permitió que los corderos estudiados tuvieran una GDP predestete y un PDA de 115±2 g y 14.8±0.2 kg, respectivamente. Valores de 95 g y 11.6 kg en la raza Blackbelly son informados por Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2011, 3151). Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2009, 526) indican una mayor variación en el peso al destete (11.0 a 17.0 kg) y en la GDP (111 a 166 g) en corderos Pelibuey (con 85 d de edad) con respecto al PDA y GDP registradas en el actual estudio. La variación en las condiciones climáticas y de manejo en cada sistema de producción puede contribuir a explicar la variación en estas características. A pesar de lo anterior, los valores encontrados en este estudio son importantes, pues reflejan el nivel de producción esperado en estas variables en este sistema de producción.

Sexo. El PN de los corderos machos fue superior en un 3.5 % con relación al de hembras (P<0.01), resultado que no coincide con lo indicado en corderos Blackbelly (Rastogi, 2001, 173) y corderos gemelos Blackbelly x Pelibuey (García-Osorio *et al.*, 2016, 3), en donde el sexo del

cordero no tuvo influencia sobre el PN. Sin embargo, en corderos Santa Ines (Jucá *et al.*, 2014, 1250) el PN de los machos fue mayor en un 8.8% con relación al de hembras, resultado que coincide con lo reportado en el presente estudio. Al respecto, Gardner *et al.* (2007, 302) indican en corderos gemelos, que el PN de los machos en los pares macho/macho y macho/hembra fue superior al de las hembras en el par hembra/hembra en al menos un 7.3%, sin que se detectara influencia del sexo en el PN en el par macho/hembra. Es posible que la presencia del cromosoma-Y y los productos de activación del gen *sry*, por ejemplo, andrógenos y sustancia inhibidora de los conductos de Müller (Haqq *et al.* 1994, 1494), tengan una influencia específica sobre el crecimiento fetal, lo que puede contribuir a explicar el mayor crecimiento *in útero* de los machos con respecto al de hembras (de Zegher *et al.*, 1999, 258; Loos *et al.*, 2001, 560-561).

El sexo del cordero no tuvo influencia en la GDP y en el PDA, resultado que concuerda con lo observado en corderos Blackbelly (Rastogi, 2001, 173), Pelibuey (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2012, 212) y Santa Inés (Koritiaki *et al.*, 2013, 90) pero, difiere con lo indicado en otros estudios (Ríos-Utrera *et al.*, 2014, 283; Jucá *et al.*, 2014, 1250; García-Osorio *et al.*, 2016, 3). Cuando los corderos machos logran un mayor peso al destete de manera significativa con relación a las hembras, la diferencia en peso nacimiento entre machos y hembras se incrementa al destete, y puede ser superior al 9% (Macedo y Arredondo, 2008, 224; Jucá *et al.*, 2014, 1250). La diferencia en peso al destete entre corderos machos y hembras se atribuye en parte al mayor peso que tiene el tracto gastrointestinal vacío de los machos con relación al de las hembras (García-Osorio *et al.*, 2016, 1080). En el presente estudio, la GDP predestete y el PDA de los corderos machos fue mayor en un 5.4 y 4.2%, respectivamente, con relación a las hembras sin que esta diferencia fuera significativa. Es posible que la influencia materna y el nivel de alimentación al que fueron expuestas las ovejas y corderos, no permitieron que los corderos machos manifestaran el mayor potencial de crecimiento predestete que ha sido detectado en otros estudios, en donde el nivel de complementación alimenticia ha sido mayor al utilizado en el presente estudio (Macedo y Arredondo, 2008, 221; García-Osorio *et al.*, 2016, 3). En la etapa de crecimiento predestete, los corderos dependen fundamentalmente de la leche de la madre y su crecimiento puede estar limitado por su disponibilidad. Esta situación podría repercutir negativamente en el crecimiento del cordero si no se proporciona alimento complementario para que exprese su máximo potencial de crecimiento (Macedo y Arredondo, 2008, 224).

Tipo de nacimiento. En todo sistema de producción ovina, el tipo de nacimiento es una variable muy importante, pues además de ser un factor a considerar para establecer la mano de obra requerida y las estrategias de alimentación en el rebaño, puede ayudar a mejorar la productividad de las ovejas aumentando el tamaño de la camada al destete (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2015, 172). Un elevado número de corderos al nacimiento es un elemento económico clave en un sistema de producción intensivo debido a que el costo de mantenimiento de la oveja no disminuye significativamente, en comparación con un sistema con un reducido número de corderos al nacimiento (Macedo y Castellanos, 2004, 5). No obstante, aunque es deseable un incremento en el número de corderos destetados/oveja, este cambio en la productividad de la hembra ovina debe ir acompañado de una mejora en el manejo y sistema de cría del rebaño (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2015, 172) para reducir las posibilidades de muerte de los corderos durante la lactancia.

En este sentido, la mayoría de los informes convienen en la superioridad en el PN de los corderos provenientes de nacimiento sencillo en relación con los corderos provenientes de nacimientos dobles (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2009, 528) y múltiples (Dickson-Urdaneta *et al.*, 2004, 63; Macedo y Arredondo 2008, 224; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2012, 166). Los resultados del presente estudio corroboran la superioridad en el PN de los corderos de tipo de nacimiento sencillo con respecto a los provenientes de tipo de nacimiento múltiple. El espacio uterino materno tiene una capacidad finita para el crecimiento y desarrollo de los fetos, un incremento en el tamaño de la camada disminuye el PN de los corderos (Gootwine, 2005, 394-395; Gardner *et al.*, 2007, 301). Adicionalmente, la diferencia en el PN entre corderos sencillos y múltiples puede ser explicada por: a) la capacidad fisiológica de la madre para suministrar adecuadamente sustratos metabólicos a los productos de la concepción; b) la capacidad fisiológica de la madre para tener camadas múltiples; c) diferencias en la influencia mecánica que se ejerce en diferentes áreas del útero, por ejemplo, cuerpo del útero vs cuerno uterina; y d) genotipo del feto (Gardner *et al.*, 2007, 303).

El PN de los corderos de nacimiento múltiple represento el 97% del de corderos de nacimiento sencillo. Sin embargo, la diferencia en PN a favor de los corderos de nacimiento sencillo no se mantuvo en la GDP predestete y en el PDA con respecto a corderos múltiples. Un resultado similar al del presente estudio fue observado en corderos Santa Inés, en donde el tipo de nacimiento no afecto la GDP predestete y el peso al destete (Jucá *et al.*, 2014, 1251). Sin embargo, en otros estudios (Rastogi, 2001, 173; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2009, 528; Ríos-Utrera

et al., 2014, 283) se indica que el tipo de nacimiento afecta la GDP y el peso al destete de los corderos. Al respecto, existen evidencias que indican que la producción de leche de la oveja tiene relación positiva con la GDP predestete del cordero (Godfrey *et al.*, 1997, 80) y esta resulta mayor en ovejas que crían dos corderos que en aquellas con un solo cordero (Snowder y Glimp, 1997, 925-926; Alexandre *et al.*, 2001, 218). En adición, en los corderos gemelos la frecuencia de amamantamiento es mayor que la registrada en corderos sencillos durante las primeras tres semanas de vida (Ewbank, 1967, 253). Es posible que los corderos múltiples hayan estimulado con mayor frecuencia la glándula mamaria y logrado un consumo de leche similar al de los corderos sencillos, lo que explica la ausencia de influencia del tipo de nacimiento sobre la GDP y el PDA. Estos resultados sugieren favorecer la frecuencia de partos múltiples, sin embargo, aunque es deseable, debe ir acompañada de un mejoramiento en el manejo y sistema de cría del rebaño (Magaña-Monforte *et al.*, 2013, 174) para reducir las posibilidades de muerte especialmente a los 30 días postparto (Macías-Cruz *et al.*, 2012, 33).

Número de parto. La influencia significativa del número de parto de la oveja sobre las variables de crecimiento predestete de las crías ha sido señalada en otros estudios (Carrillo *et al.*, 1987, 291-292; Pérez-Ramírez *et al.*, 2003, 324; Cadenas-Cruz *et al.*, 2012, 99). Corderos provenientes de ovejas primíparas muestran valores más bajos en las variables predestete en relación con los corderos provenientes de ovejas de segundo parto en adelante. Esto puede ser atribuido a la edad de la oveja (Cadenas-Cruz *et al.*, 2012, 99) debido a que en la medida que la oveja alcanza su desarrollo corporal se hace más eficiente para producir más leche y expresar su habilidad materna. Los resultados de este estudio confirman lo anterior. La GDP y el PDA en los corderos de ovejas multíparas representó el 115.4 y 111.7%, respectivamente, del obtenido en corderos de ovejas primíparas.

Influencia del semental. El estudio del comportamiento productivo de las crías considerando la paternidad es importante debido a que permite evaluar bajo condiciones de campo a los padres de los corderos en el rebaño y de esta forma hacer una selección de ellos. Falconer y Mackay (1996, 234) mencionan que el promedio de la progenie de un individuo es lo que más se acerca a su valor de cría o valor genético.

En el Cuadro 2 se observa que las medias de las crías del progenitor número tres en las variables GDP predestete y PDA fueron superiores a las medias obtenidas con las crías del resto de los sementales, aunque estadísticamente fueron similares a los promedios de los corderos de los sementales nueve, seis ocho y cinco para las mismas variables. La utilización de estos sementales deberá traer sin duda una mejora genética en esa población.

Heredabilidad. Este parámetro genético es de gran ayuda para decidir el método de mejoramiento genético a seguir con el objeto de incrementar las características productivas y para calcular el avance genético esperado por selección. En la población de animales estudiados, los valores de heredabilidad estimados fueron 0.16 ± 0.05 y 0.48 ± 0.03 para el PN y PDA, respectivamente. El valor de heredabilidad encontrado en este estudio para el PN es superior a 0.05 y 0.01 que fue indicado en las razas Blackbelly y Pelibuey, respectivamente (Benavides, 2011, 32) y a 0.043 en la raza Saint-Croix (García, 2000, 36).

En la raza Blackbelly se ha informado que el peso al destete ajustado a 75 d tenía un valor de 0.41 (Benavides, 2011, 35). La magnitud de este parámetro genético para PN en esta población indica que el avance genético por selección sería limitado en comparación con el avance genético considerando el peso al destete, debido a la importancia relativa de los genes aditivos en esta variable.

En esta población de corderos y bajo las condiciones estudiadas, los factores sexo, número de parto, tipo de nacimiento y padre de la cría afectan el PN de los corderos Barbados Barriga Negra. El padre de la cría afectó la GDP predestete y el PDA. Asimismo, el PDA fue afectado por el número de parto de la oveja. Corderos de ovejas multíparas pesaron más al nacimiento y al destete con respecto a corderos de ovejas primíparas. Se estimaron heredabilidades de 0.16 ± 0.05 y 0.48 ± 0.03 para el PN y PDA, respectivamente.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. José Luis Vera Delgado, propietario del rancho “EL Guayacán” por haber permitido tomar la información de los registros de su rebaño para el presente estudio.

Referencias

- Alexandre, G., H. Archimède, E. Chevaux, G. Aumont, & A. Xandè. (2001). Feeding supply of suckling Martinik ewes reared in intensive conditions: effects of supplement levels and litter size. *Animal Research* 50: 213-221.
- Benavides, J.A. (2011). Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento de ovinos Pelibuey y Blackbelly. Tesis de Maestría en desarrollo y gestión de sistemas ganaderos. 30-45. Puebla, México: Colegio de Postgraduados.
- Cadenas-Cruz, P.J., J. Oliva-Hernández & J.A. Hinojosa-Cuéllar. (2012). Productivity of Blackbelly ewes and their hybrid litter under grazing. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11 (1): 97-102.
- Carrillo, L., A. Velásquez & T. Ornelas. (1987). Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos Pelibuey. *Técnica Pecuaria en México* 25 (3): 289-295.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2014). Servicio Meteorológico Nacional. Temperatura media y de precipitación a nivel nacional y por entidad federativa. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (2 de mayo de 2016).
- de Zegher, F., H. Devlieger & Eeckels R. (1999). Fetal growth: boys before girls. *Hormone Research* 51: 258-259.
- Dickson-Urdaneta, L., G. Torres-Hernández, M.R. Daubeterre & B.A. García. (2004). Crecimiento en ovinos West African bajo un sistema de pastoreo restringido en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ* 21 (1): 59-67.
- Enríquez, J.F., F. Meléndez, E.D. Bolaños & V.A. Esqueda. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. Veracruz, México: Campo Experimental La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Espinosa-García, J.A., J. Quiroz-Valiente, G. Moctezuma-López, J. Oliva-Hernández, L. Granados-Zurita & A.C. Berumen-Alatorre. (2015). Prospección tecnológica y estrategias de innovación para producción ovina en Tabasco, México. *Revista Científica FCV-LUZ* XXV (2): 107-115.
- Ewbank, R. (1967). Nursing and suckling behaviour amongst clun forest ewes and lambs. *Animal Behaviour* 15: 251-258.

Falconer, D.S. & T.F.C. Mackay. (1996). *Introducción a la genética cuantitativa*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.

FND (Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero). (2015). *Panorama de la carne y lana de ovino*. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Ovino.pdf> (7 de junio de 2016).

García, G.J. (2000). *Estimación de parámetros genéticos en ovinos Saint-Croix en Marín, N.L.* Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Producción Animal. 57 p. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 5.^a Edición. D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García-Osorio, I. del C., J. Oliva-Hernández, M.M. Osorio-Arce, G. Torres-Hernández, J.A. Hinojosa-Cuéllar & R. González-Garduño. (2016). Influence of gender on carcass yield of twin lambs Blackbelly x Pelibuey of 56 days of age. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 68 (4): 1077-1084.

Gardner, D.S., P.J. Buttery, Z. Daniel & M.E. Symonds. (2007). Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction* 133 (1): 297-307.

Godfrey, R.W., M.L. Gray & J.R. Collins. (1997). Lamb growth and milk production of hair and wool sheep in a semi-arid tropical environment. *Small Ruminant Research* 24: 77-83.

Goodtwine, E. (2005). Variability in the rate of decline in birth weight as litter size increases in sheep. *Animal Science* 81: 393-398.

González, R., G. Torres-Hernández & M. Castillo-Álvarez. (2002). Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Veterinaria México* 33 (4): 443-453.

Haqq, Ch.M., C.Y. King, E. Ukiyama, S. Falsafi, T.N. Haqq, P.K. Donahoe & M.A. Weiss. (1994). Molecular basis of mammalian sexual determination: Activation of Müllerian inhibiting substance gene expression by SRY. *Science* 266: 1494-1500.

Hinojosa-Cuéllar, J.A. & J. Oliva-Hernández. (2009). Distribución de partos por estación en ovejas de razas de pelo y cruces en un ambiente tropical húmedo. *Revista Científica de la Facultad de Veterinaria-LUZ XIX* (3): 288-294.

Hinojosa-Cuéllar, J.A., F. de M. Regalado-Arazola & J. Oliva-Hernández. (2009). Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper y Katahdin y sus cruces en el sureste de México. *Revista Científica de la Facultad de Veterinaria-LUZ XIX* (5): 522-532.

Hinojosa-Cuéllar, J.A., G. Torres-Hernández, J. Oliva-Hernández, E. Aranda-Ibáñez, J.C. Segura-Correa & J.M. González-Camacho. (2011). Pre-weaning performance of lambs from purebred and crossbred hair ewes under humid tropical conditions of Tabasco, México. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10: 3149-3154.

Hinojosa-Cuéllar, J.A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J.C. Segura-Correa, E.M. Aranda-Ibáñez & J.M. González-Camacho. (2012). Factores que afectan el crecimiento predestete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo de México. *Universidad y Ciencia* 28: 163-171.

Hinojosa-Cuéllar, J.A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández & J.C. Segura-Correa. (2013). Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Archivos de Medicina Veterinaria y Zootecnia* 45 (2): 135-143.

Hinojosa-Cuéllar, J.A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J.C. Segura-Correa & R. González-Garduño. (2015). Productividad de ovejas F1 Pelibuey x Blackbelly y sus cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Archivos de Medicina Veterinaria* 47 (2): 167-174.

Jucá, A. de F., C.J. Faveri, G.M. Melo-Filho, A. de L. Ribeiro-Filho, H.C. Azevedo, E.N. Muniz & L.F.B. Pinto. (2014). Performance of the Santa Ines breed raised on pasture in semiarid tropical regions and factors that explain trait variation. *Tropical Animal Health Production* 46: 1249-1256.

Koritiaki N.A., E.L.A. Ribeiro, I.Y. Mizubuti, L.D.F. Silva, M.A. Barbosa, D.C. Scerbo, C.A. Muniz & F. Fernandez Júnior. (2013). Effect of environmental factors on performance of purebred and crossbred Santa Inês lambs from birth to 154 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42 (2):87-94.

Loos, R.J., C. Derom, R. Eeckels, R. Derom & R. Vlietinck. (2001). *Lancet*. 358: 560-561.

Macedo, R. & V. Arredondo. (2008). Efecto del sexo y del tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia* 57 (218): 219-228.

- Macedo, R.V., V. Arredondo, J. Rodríguez, J. Ramírez & B. López. (2010). Efecto del sistema de producción, de la época de nacimiento y del sexo sobre la mortalidad neonatal de corderos Pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12: 77-84.
- Macedo, R. & Y. Castellanos. (2004). Rentabilidad de un sistema de producción ovino en el trópico. *Avances de Investigación Agropecuaria* 8 (3): 1-9.
- Magaña-Monforte, J.G., M. Huchin-Cab, R.J. Ake-López & J.C. Segura-Correa. (2013). A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 25: 173-178.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, H.A. Olguin-Arredondo, M. Molina-Ramírez & L. Avendaño-Reyes. (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. *Archivos de Medicina Veterinaria* 44: 29-37.
- Pérez-Ramírez, H., J.C. Segura-Correa & A. Aluja. (2003). Environmental and genetic effects that affect pre-weaning performance of Pelibuey sheep under grazing tropical conditions in Mexico. *Revista Latinoamericana de Pequeños Rumiantes* 2: 317-335.
- Quiroz, J., G. Guerrero, J. Oliva, L. Granados & M. Barrón. (2012). Evaluación genética de características de crecimiento del ovino Pelibuey en Tabasco, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 2: 355-360.
- Quiroz, J. & J. Oliva. (2013). Manejo genético de los ovinos de pelo en el trópico húmedo. Opciones a considerar en un programa de mejoramiento genético. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Rastogi, R.K. (2001). Production performance of Barbados Blackbelly sheep in Tobago, West Indies. *Small Ruminant Research* 41: 171-175.
- Ríos-Utrera, A., R. Calderón-Robles, J. Lagunes-Lagunes & J. Oliva-Hernández. (2014). Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. *Nova Scientia* 6: 272-286.
- SAS (Statistical Analysis System). (2002). *SAS/STAT User's Guide (Release 9.0)*. Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc.

Snowder, G.D. & H.A. Glimp. (1991). Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. *Journal of Animal Science* 69: 923-930.

Turner, H.N. & S.Y. Young. (1969). *Quantitative Genetics in Sheep Breeding*. New York, USA: Cornell University Press.

