

Estudio sobre la prolificidad de ovejas mestizas y ovejas con el gen FecB (Booroola) en la República Dominicana

Helmut Bethancourt y Héctor Valerio-Mena. Investigadores en producción animal Universidad Nacional Evangélica, Santo Domingo, DO. Para correspondencia: helmutbio@yahoo.com

RESUMEN

Debido a reportes de que los niveles de prolificidad de ovejas mestizas y los manejados informalmente por criadores son relativamente altos y no se correspondían con la productividad del sector, se realizó un estudio con un grupo de ovejas mestizas de tres regiones de la República Dominicana, las cuales fueron llevadas a una finca localizada en la región norcentral del país. Se registró los niveles de prolificidad de tres partos consecutivos de ovejas mestizas de pelo (OML) en un período de tres años. Adicionalmente, se evaluó la prolificidad en primer parto de ovejas mestizas sin el gen FecB (SFB) y con el gen FecB (CFB), hijas o nietas de un carnero mestizo importado de razas Dorset x Ille de France y de las ovejas mestizas locales (OML). La prolificidad promedio registrada de las ovejas locales fue 1.17 crías por parto. Las SFB y las CFB tuvieron 1.00 y 1.86 crías por parto en primer parto, respectivamente, con evidente diferencia significativa ($p < 0.0001$). Se sugiere que el promedio de prolificidad 1.17 se ajusta más a generalidad de las ovejas locales en el país. Y se corrobora que con el gen FecB se puede incrementar significativamente la prolificidad en ovejas mestizas de pelo corto.

Palabras Claves: Ovejas, Prolificidad, Gen FecB, Booroola, Trópico

ABSTRACT

Due to reports that the levels of prolificacy of mestizo sheep and those managed informally by breeders are relatively high and did not correspond to the productivity of the sector, a study was carried out with a group of mestizo sheep from three regions of the Dominican Republic, which They were taken to a farm located in the north-central region of the country. The prolificacy levels of three consecutive lambings of crossbred hair ewes (OML) in a three-year period were recorded. Additionally, the prolificacy at first calving of crossbred ewes without the FecB gene (SFB) and with the FecB gene (CFB), daughters or granddaughters of imported crossbred ram of the Dorset x Ille de France breeds and of local crossbred sheep (OML). The average recorded prolificacy of local sheep was 1.17 pups per lambing. The SFB and the CFB had 1.00 and 1.86 pups per parturition in the first parturition, respectively, with an evident significant difference ($p < 0.0001$). It is suggested that the average prolificacy of 1.17 is more in line with the generality of local sheep in the country. And it is corroborated that the FecB gene can significantly increase prolificacy in crossbred short-haired sheep.

Keywords: Sheep, Prolificacy, FecB gene, Booroola, Tropics

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana se producen ovinos y caprinos desde tiempos coloniales. Actualmente, se tiene experiencia en la crianza con animales de las razas Katahdin, Pelibuey, Barriga Negra y Dorper, que son las que predominan en el país, junto con diversos mestizajes entre estas. No obstante, aun los ovinos locales de mejor rendimiento poseen reducidos índices de crías por parto (Wagner y Peguero 2010). Sin embargo, criadores locales reportan niveles altos de prolificidad de 1.5 crías por parto en ovejas mestizas locales.

República Dominicana no es autosuficiente en la producción de carne de ovinos y caprinos, Vásquez, (2009). Parte de la demanda local, se suple con carne de cordero importada de varios países y con animales vivos introducidos desde Haití para suplir parcialmente la demanda local del mercado de la carne. El incremento del consumo local de carne de ovinos y caprinos demanda el mejoramiento de los sistemas de producción con tecnologías que mejoren la eficiencia en la producción y la prolificidad de las ovejas locales.

Animales de la raza Barriga Negra se considera una de las razas de ovejas de pelo corto más prolíficas, pero los animales no logran relativamente pesadas altas. Los corderos de raza Barriga Negra tienen ganancias de peso y crecimiento inferior a los corderos de la raza Katahdin, independientemente de la dieta utilizada en varias investigaciones (Wildeus *et al.* 2005 y Whitley y Wildeus 2005). Debido a lo anterior, los productores locales prefieren producir animales de la Katahdin, aun si esto conlleva niveles bajos de prolificidad de las ovejas.

El gen FecB, también llamado "Booroola" por la finca de origen de los animales de raza Merino donde se identificó, es un gen único que está asociado a un incremento de 1.5 ovulaciones por celo, lo que se traduce en un incremento de 0.4 a 0.7 crías por parto (Davis 2004 y McNally 2009). La introducción de este gen, en una raza tropical de buena condición para producción de carne, puede aumentar significativamente el número de crías totales por hembra por año, Arora *et al.* (2009).

Contrario a otros genes que interactúan para conferir alta prolificidad a razas como Finnsheep, Romanov y otras razas prolíficas, FecB es un solo gen cuyo locus está en el cromosoma 6q23-31. Por lo tanto, cuando se añade mediante cruces con razas no prolíficas, su efecto en la prolificidad no se diluye como en los casos de prolificidad causada por la interacción de varios genes, McNally (2009).

La mutación FecB fue identificada en ovejas de la raza Merino en Australia, pero el uso de tecnologías de marcadores moleculares revela que su origen puede trazarse hasta ovejas de Asia. Las razas Booroola Merino (Australia), Garole (India), Hu y Han de cola corta (China) son las que contienen este gen de forma nativa, y se asume que viene de una línea común probablemente originaria de la India. A la fecha, se estima que el gen se ha dispersado a 48 razas y tipos en 19 países, sobre todo mediante la raza Booroola Merino (Davis 2009). Recientemente, se ha reportado la presencia del genotipo FecB⁺ en ovejas de pelo en Colombia, Hernández *et al.* (2019).

El gen FecB se comporta como un gen autosómico dominante. El incremento de la prolificidad causado por esta mutación no se debe a un incremento en las concentraciones de la hormona foliculo

estimulante (FSH), sino a un incremento en la sensibilidad a la FSH mediante la acción de factores intrafoliculares. Sin embargo, la identidad de estos factores todavía no se conoce bien, Campbell *et al.* (2009). Luego de dos décadas de conocer el efecto del gen FecB en ovejas, mediante la tecnología molecular se demostró que se debe a una mutación en el gen BMPR-1B localizado en el cromosoma 6, Wilson *et al.* (2001).

El gen FecB se introdujo exitosamente en Israel para aumentar la prolificidad de una raza productora de leche de oveja que es muy demandada en el Medio Oriente, donde la prolificidad aumentó en ovejas de la raza Awassi de 1.3 a 1.9 y en la raza Assaf de 1.7 a 2.4. Muchos productores en Israel, tanto intensivos como extensivos, se han beneficiado de la disponibilidad de sementales homocigotos para el gen FecB, Gootwine (2009).

En la India y en Tailandia se realizaron cruzamientos con ovejas que contienen el gen FecB con el objetivo de beneficiar a pequeños productores. En un período de tres años, se reportó que pequeños productores en la India obtuvieron un incremento de 37% a 50% en sus ganancias después de incorporar el gen en la raza Decanni, Nimbkar *et al.* (2009).

En cuanto a cruzamientos realizados en Europa, se reportó que en la raza francesa Merinos D'Arles se elevó la cantidad de crías vivas a los 70 días después del parto de 1.14 y 1.16 a 1.72 y 1.56, respectivamente, Teyssier *et al.* (2009).

Este estudio tomó en cuenta los posibles incrementos en la mortalidad de los corderitos cuando hay más ovulación y crías múltiples. Un aumento de entre 0.4 y 0.58 crías llevadas al destete por parto como se describe en este estudio, es bastante significativo para cualquier criador.

Se ha reportado poca diferencia entre ovejas heterocigotas (FecB⁺/FecB⁻) y homocigotas (FecB⁺/FecB⁺) para el gen FecB (Gootwine, 2009), o que hubo mayor peso de crías al destete en las FecB⁺/FecB⁻ como fue el caso en la raza Malpura de la India, Arora *et al.* (2009). Hay suficiente evidencia para apuntar que las ovejas FecB⁺/FecB⁻ ofrecieron mayores ingresos a sus criadores cuando fue suplementada su alimentación, Inounu y Priyanti (2009).

Este estudio tiene por objetivo determinar los niveles de prolificidad de ovejas mestizas de tres regiones de la República Dominicana y ovejas con el gen FecB (Booroola) en la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se adquirieron 41 ovejas mestizas de razas locales de pelo corto (OML), las cuales fueron traídas desde 3 zonas del país a la finca experimental de la UNEV, localizada en la sección Manga Larga de la provincia La Vega, República Dominicana. Más del 50% llegaron a la finca experimental previo a su primer parto, lo que permitió que la mayoría fueran primerizas en el primer parto registrado. Dichas ovejas fueron cruzadas con el carnero Gedeón 5034, mestizo de las razas Ile de France x Dorset, el cual es heterocigoto (FecB⁺/FecB⁻) para el gen FecB (Booroola).

Se verificó la presencia del gen *FecB* en las crías resultantes de este cruzamiento mediante muestras de sangre o tejido, las cuales fueron enviados al laboratorio GenomNZ (AgResearch, Nueva Zelanda). Las ovejas nacidas en la finca experimental durante ese período, hijas de las OML y descendientes (hijas o nietas) del carnero Gedeón 5034, se denominaron CFB y SFB. Las CFB contenían el gen *FecB* en forma heterocigota ($FecB^+/FecB^-$), mientras que las SFB no lo tenían ($FecB^-/FecB^-$).

Todas las ovejas en el estudio fueron mantenidas a libre pastoreo con rotación de potreros donde predominaba como pasto la estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) y esporádicamente forrajes diversos incluyendo Guácima (*Guazuma ulmifolia*). Adicionalmente, fueron suplementadas en horas de la tarde con 227 gr (0.5 lb) de alimento concentrado por oveja por día.

Se registraron tres partos consecutivos de las OML en la finca experimental entre el 3 diciembre 2016 hasta 17 de febrero 2020. Se estima que el 50% de las OML eran primerizas en el primer parto registrado. Para el presente estudio no se ha considerado el efecto que podrían tener los machos que preñaron a las ovejas en cuanto a su prolificidad. Se registró también el primer parto de las CFB y las SFB, lo cual ocurrió desde el 26 de marzo 2018 hasta 14 de enero 2020.

Para comparar los grupos se hizo un análisis de varianzas para dos grupos (SFB y CFB), lo cual mostró diferencia significativa ($p < 0.0001$), debido a que no se pudo hacer una prueba T para muestras independientes porque no hubo varianza en el grupo SFB. Esto se debe a que todas las ovejas del grupo SFB parieron una cría en primer parto por lo que el resultado presentó una constante.

También se procedió a comparar los promedios de los datos registrados de las OML con los datos de las CFB y SFB. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias (Tukey) para un error alfa de 0.05. Se utilizó Infostat (versión libre, 2011) para todos los análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de prolificidad para cada uno de los partos registrados de las ovejas OML se presenta en la Tabla 1. Se nota que el valor más alto de prolificidad registrado fue 1.27 crías por parto. Y el promedio general de tres partos consecutivos fue 1.17. Debido a que se utilizó un suplemento de alimento concentrado para ovejas durante todo el estudio, se considera que todos los grupos de ovejas bajo estudio tuvieron una alimentación igual o relativamente superior a la ofrecida típicamente a los rebaños de ovejas en varias zonas del país.

Tabla 1. Promedios de prolificidad de ovejas mestizas locales mantenidas en la Finca Experimental de la UNEV.

Grupo	Número de parto registrado	<i>n</i>	Prolificidad
OML	1	41	1.27
OML	2	41	1.12
OML	3	41	1.12
Promedio general			1.17

Nota: $n=41$. Las letras iguales muestran que no hubo diferencias significativas ($P=0.05$).

Los resultados de las ovejas de los grupos SFB y CFB, las cuales estaban emparentadas por ser hijas o nietas del mismo carnero, se muestran en la Tabla 2. Todas las ovejas del grupo SFB tuvieron una sola cría en su primer parto, por lo que se generó una constante sin varianza. En el caso de las CFB el promedio de prolificidad fue 1.86 crías por parto.

Tabla 2. Resultados de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) entre grupos de ovejas emparentadas que contienen o no el gen FecB Booroola.

Grupos	Media # crías por parto	N	E.E.	
SFB	1.00	16	0.06	A
CFB	1.86	14	0.07	B

Nota: Las letras iguales muestran que no hubo diferencias significativas ($P=0.05$).

SFB= ovejas mestizas sin FecB, CFB= ovejas mestizas con FecB.

El análisis de varianzas entre los grupos SFB y CFB mostró diferencia altamente significativa ($P<0.0001$). La comparación de medias (Tukey) para un error alfa de 0.05, también mostró diferencias significativas entre ambos grupos. Al comparar los tres grupos, no hubo diferencia significativa entre las ovejas OML y las SFB, pero sí con las CFB, ver Tabla 3. O sea que ambos grupos que no poseían el gen FecB expresaron una prolificidad inferior.

Tabla 3. Resultados de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) entre grupos de ovejas mestizas con y sin el gen FecB Booroola.

Grupo	Media # crías por parto	<i>n</i>	E.E.	
OML	1.17	41	0.04	A
SFB	1.00	16	0.07	A
CFB	1.86	14	0.07	B

Nota: Las letras iguales muestran que no hubo diferencias significativas ($P=0.05$).

OML=ovejas mestizas de pelo corto sin el gen FecB, SFB= ovejas mestizas sin FecB, CFB= ovejas mestizas con FecB.

Al comprar los datos de las OML con los datos de las CFB y SFB mediante análisis de varianza y comparación de medias (Tukey) para un alfa de 0.05, no se encontró diferencia significativa entre las OML y las SFB, pero sí entre las OML con las CFB.

Esto confirma que las hijas y nietas de las OML que tienen el gen FecB efectivamente tuvieron una mayor prolificidad desde su primer parto. Esto es interesante, pues el régimen de alimentación se manejó igual para todas las ovejas bajo estudio, por lo que es indicativo de que se puede lograr un incremento en la prolificidad en una generación introduciendo el gen FecB.

Los resultados de este estudio coinciden con Hua y Yang (2009), quienes reportan que el gen FecB está asociado con la alta prolificidad, y que su introducción en razas de ovejas de baja prolificidad puede mejorar económicamente las características reproductivas.

Luego de revisar 45 reportes sobre introgresión del gen FecB en razas de distintos países, se encontró que el efecto promedio de tener dicho gen en la prolificidad cuando se porta en forma heterocigota como las ovejas en este estudio fue +0.7 (rango +0.4 a +1.3), sin embargo, cuando hubo pobre supervivencia de corderos y lento crecimiento esta ventaja se redujo a +0.4 corderos destetados y +1.5 Kg de peso total de corderos destetados por oveja, Fogarty (2009).

El efecto del gen FecB entre los grupos estudiados en el presente reporte, CFB comparado con SFB y OML, fue +0.86 y +0.69, respectivamente. Este obvio incremento en la prolificidad debe ser acompañado de una estrategia que asegure la supervivencia de corderos y una tasa de crecimiento rápida para obtener el máximo de beneficios luego de introgresar el gen FecB.

CONCLUSIONES

Como estudio base sobre prolificidad, se considera que el promedio de prolificidad (1.17) encontrado en las ovejas locales de la Finca Experimental de la UNEV se acerca a la realidad general nacional de las ovejas de pelo en la República Dominicana. Se corrobora también lo encontrado en la literatura científica que indica que con el gen FecB se puede incrementar significativamente la prolificidad, incluyendo en ovejas mestizas de pelo corto, lo que puede contribuir a una mayor rentabilidad en los sistemas de crianza.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondocyt) del Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (Mescyt) de la República Dominicana y al ingeniero Smerlin Paulino por su contribución.

LITERATURA CITADA

Arora, A.; Mishra, A.; Prince, L. 2009. Consequences of introgression of the FecB gene into Malpura sheep in Rajasthan. Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs, Ed.: S. Walkden-Brown, J. van der Werf, C. Nimbkar y V. Gupta, ACIAR.

Davis, G. 2004. Fecundity genes in sheep. *Animal Reproduction Science* 82: 247-253.

Davis, G., 2009. The Booroola gene: origin, distribution, use and management of the FecB mutation. In: Proceedings of the Helen Newton Turner Memorial International Workshop, Pune, Maharashtra, India. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra, Australia; 2008. Pp. 22-31

Fogarty, N. 2009. A review of the effects of the Booroola gene (FecB) on sheep production. *Small Ruminant Research* 85: 75-84.

- Gootwine, E. 2009. Biological and economic consequences of introgressing the B allele of the FecB (Booroola) gene into Awassi and Assaf sheep. Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs, Ed.: S. Walkden-Brown, J. van der Werf, C. Nimbkar y V. Gupta, ACIAR.
- Hernández, D.; Montes, D.; De la Ossa, J. 2019. Asociación del polimorfismo FecB con la prolificidad natural del Ovino de Pelo Colombiano. Córdoba, CO. Revista MVZ Córdoba 25(1): e1771.
- Hua, G.; Yang, L. 2009. Biological and economic consequences of the FecB mutation in Chinese breeds of sheep. Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs, Ed.: S. Walkden-Brown, J. van der Werf, C. Nimbkar y V. Gupta, ACIAR.
- Inounu, I.; Priyanti, A. 2009. Biological and economic consequences of the FecB mutation in Indonesian Thin Tail sheep. Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs, Ed.: S. Walkden-Brown, J. van der Werf, C. Nimbkar y V. Gupta, ACIAR.
- Nimbkar, C.; Ghalsasi, P.; Nimbkar, B.; Ghalsasi, P.; Gupta, V.; Pardeshi, V.; Maddox, J.; Van der Werf, J.; Gray, G.; S. Walkden-Brown, S. 2009. Biological and economic consequences of introgression of the FecB (Booroola) gene into Deccani sheep. Use of the FecB (Booroola) gene in shep-breeding programs, ACIAR.
- Teyssier, J.; Bodin, L.; Maton, C.; Bouquet, P.; Elsen, J. 2009. Biological and economic consequences of introgression of the FecB gene into the French Mérinos d'Arles sheep. Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs, Ed.: S. Walkden-Brown, J. van der Werf, C. Nimbkar y V. Gupta, ACIAR.
- Vásquez, A. 2009. Diagnóstico Ovicaprinos. Junta Agroempresarial Dominicana (JAD). Santo Domingo, DO.
- Wagner, B.; Peguero, M., 2010. Ganado ovino y caprino. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (Cedaf). Santo Domingo, DO. (En línea). Revisado el 2 de febrero 2021. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/chivos.pdf>
- Whitley, N.; Wildeus, S. 2005. Hair Sheep Production in Eastern Farm Flocks. Hair Sheep Workshop. VSU, NSIIC y NCERA-190 RRP. (En línea). Revisado el 1 de junio de 2021. Disponible en: <http://www.sheepandgoat.com/HairSheepWorkshop/eastern.html>
- Wildeus, S.; Turner, K.; Collins, J. 2005. Growth Performance of Barbados Blackbelly, Katahdin and St. Croix Hair Sheep Lambs Fed Pasture- or Hay-based Diets. Sheep & Goat Research Journal 20: 37-41. (En línea). Revisado el 1 de junio de 2021. Disponible en: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1463&context=usdaarsfacpub>
- Wilson, T.; Wu, Y.; Juengel, J.; Ross, I.; Lumsden, J.; Lord, E.; Dodds, K.; Walling, G.; McEwan, J.; O'Connell, A.; McNatty, K.; Montgomery, G. 2001. Highly prolific Booroola sheep have a mutation in the intracellular kinase domain of bone morphogenetic protein IB receptor (ALK-6) that is expressed in both oocytes and granulosa cells. Biol Reprod. 64(4): 1225-35.

