

Nota de Investigación

PRESENCIA E INCLUSIÓN DEL GEN DE FECUNDIDAD FEC-B (BOORoola) PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE OVINOS CRIOLLOS EN EL TRÓPICO^{1,2}

***Génesis Cordero-Arbelo³, Karla Ormaza-Rivera³, John Fernández-Van Cleve⁴
y Abner A. Rodríguez-Carías⁴***

J. Agric. Univ. P.R. 107(2):167-170 (2023)

La selección genética de características ligadas (asociadas/relacionadas) a la prolificidad en mamíferos puede obtenerse mediante la introducción de genes ligados a la fecundidad. En ovinos se han identificado varios genes asociados con la fecundidad como, por ejemplo, FecX^I (Inverdale), FecX^G (Galway), FecG^F (Embrapa) y FecB (Booroola) (Davis, 2005). El gen FecB (Booroola) es una mutación autosómica dominante referida por primera vez en Australia en algunos ejemplares de la raza Merino, sin embargo, más adelante se logra identificar en uno de sus predecesores, la raza Garole (Adkinson y Adkinson, 2013). Este gen tiene un efecto aditivo en cuanto a su frecuencia alélica y genotípicamente se identifica en ovinos como portadores homocigotos (FecB^{BB}), portadores heterocigotos (FecB^{B+}) o no portadores (FecB⁺⁺). Como resultado de este efecto aditivo, se ha observado un aumento en el número promedio de crías por parto de 1.0 a 1.5 en hembras portadoras de FecB heterocigotos y homocigotos, respectivamente, y un aumento en la tasa ovulatoria que fluctúa entre 1.5 a 3.0 (Banerjee et al., 2011; Musthafa y Marikar, 2014). En Puerto Rico se han reportado bajos índices de prolificidad en la oveja criolla y en las razas Dorper y Katahdin, por lo que evaluar la presencia o la introducción de este tipo de genes sería de gran beneficio para la sustentabilidad de la industria local (Rodríguez-Carías y Fernández-Van Cleve, 2021). Los objetivos de este experimento fueron, en su primera fase, determinar la presencia del gen en rebaños locales y, en su segunda fase, introducir el gen en rebaños en Puerto Rico mediante el apareamiento de ovejas criollas con un carnero portador heterocigoto. Para determinar la presencia del gen en rebaños locales, se tomaron muestras de sangre de 487 ovinos (criollos = 279, Katahdin = 123, Dorper = 58, Royal White = 24, Pelibuey = 2 y Barbados Blackbelly = 1) en 15 fincas localizadas en seis regiones agrícolas y 10 municipios de la isla (Figura 1). Durante la toma de la muestra se restringió al animal y se extrajo de 3 a 6 mL de sangre de la vena yugular con una aguja de 3.81 cm (1.5 pulgadas) y 20G y se colectó en un tubo con K₂EDTA (Vacutainer®)⁵ con el propósito de evitar

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 8 de marzo de 2023.

²Este trabajo fue financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura (USDA/NIFA), proyecto Hatch H-510 y la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico.

³Estudiante Graduada, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

⁴Catedrático, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

⁵Los nombres de compañías y de marcas registradas solo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan y puedan estar disponibles.



FIGURA 1. Localización y cantidad de fincas por municipio y número de ovinos utilizados para detectar la presencia del gen en rebaños locales. (1 = Isabela, fincas = 3, ovinos = 60; 2 = Mayagüez, fincas = 1, ovinos = 79; 3 = Las Marías, fincas = 1, ovinos = 11; 4 = San Germán, fincas = 2, ovinos = 70; 5 = Sabana Grande, fincas = 1, ovinos = 54; 6 = Lajas, fincas = 1, ovinos = 57; 7 = Juana Díaz, fincas = 1, ovinos = 24; 8 = Salinas, fincas = 1, ovinos = 49; 9 = Cidra, fincas = 1, ovinos = 42; 10 = Manatí, fincas = 3, ovinos = 41).

la coagulación de la muestra. Los tubos con las muestras de sangre se identificaron con el número de registro del animal y la finca de donde procedían. Las muestras se conservaron en un contenedor de polietileno con empaque de hielo seco para mantener la temperatura y luego fueron enviadas a un laboratorio comercial (Gene Check, Inc., Greeley, Colorado, Estados Unidos). Las muestras se analizaron mediante una prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) con los marcadores adecuados para identificar la presencia o ausencia del gen Booroola. Para la segunda fase del experimento, se utilizó un carnero producto de un cruce de las razas Dorset con Ile de France e identificado como portador heterocigoto del *FecB*. El carnero se adquirió de una finca comercial localizada en el estado de Minnesota, Estados Unidos de América. Durante su importación, el carnero fue transportado siguiendo los protocolos de cuarentena de las agencias reguladoras y fue adaptado a las condiciones tropicales y de manejo durante 30 días. El experimento se realizó en la finca comercial Tai Hay Farm LLC localizada en Lajas, Puerto Rico. Para la inclusión del gen, se utilizaron 20 ovejas criollas o mejoradas (Criolla x Dorper) no portadoras del gen y seleccionadas de forma aleatoria. Se diseñó una época de empadronamiento de 54 días durante los meses de febrero a abril y una época estimada de partos durante los meses de julio y agosto. Durante la época de empadronamiento se cuantificó el día de monta mediante la utilización de un arnés con tiza colocado en el carnero portador. Las ovejas fueron alimentadas durante esa época con aproximadamente 0.9 kg diarios de concentrado además de heno de gramíneas tropicales y agua *ad libitum*. Después de 60 días de culminada la época de empadronamiento, en las ovejas marcadas por la tiza del arnés se diagnosticó preñez utilizando un equipo de ultrasonido (Dramiński Pregnancy Detector). Durante el transcurso del estudio se calculó el % de monta, % de preñez, y % de pariciones de las ovejas. De la tasa de nacimientos se determinó el % de partos simples o múltiples, % de abortos, % de crías hembras y machos y las crías portadoras del gen. Para determinar la presencia del gen en las crías, se tomaron y analizaron muestras de sangre utilizando el mismo procedimiento antes descrito.

Durante la primera fase del experimento, no se identificaron ovinos criollos, cruzados o puros, portadores del gen en ninguna de las 15 fincas localizadas en las diferentes regiones o municipios de Puerto Rico, lo cual es indicativo de la ausencia del gen en rebaños locales. En la segunda fase del estudio y durante los 54 días de la

época de empadronamiento, se observó un porcentaje de monta de 80% (N = 16), pero solamente se obtuvo un 44% de preñez (N = 7). De los siete partos, el 71% (N = 5) fue múltiple (dos corderos) y el 29% (N = 2) sencillo, obteniéndose un total de 12 corderos. Nueve de las crías (75%) fueron hembras y tres (25%) machos. El objetivo primario de este experimento fue la inclusión del gen de fecundidad FecB (Booroola) en rebaños locales. De los doce corderos nacidos, en 10 de ellos se determinó la presencia del gen detectándose un alto índice de inclusión (70%, N = 7). Cinco de los siete corderos portadores heterocigotos del gen fueron hembras (71%), y dos, machos (29%). Dos muestras no pudieron ser analizadas por razones fuera de nuestro control. Los resultados de este estudio demuestran el efecto aditivo del gen FecB en ovinos y que es posible su inclusión en crías producto del cruce de carneros portadores heterocigotos (FecB^{B+}) y hembras no portadoras. Lo anterior coincide con reportes que indican que con el cruce de un carnero B+ (heterocigoto al gen) y una hembra ++ (no portadora del gen) se espera obtener un 50% de corderos portadores heterocigotos (B+) (Souza y Moraes, 2010). Es de esperarse en un futuro, y según descrito por esos mismos autores, que mediante el cruce entre ovinos criollos portadores heterocigotos se obtendrá un 50% de las crías heterocigotas y un 25% homocigotas a la mutación. Otro efecto esperado de la inclusión del gen en ovejas criollas heterocigotas es un aumento en su tasa ovulatoria y cantidad de crías al parto en su próximo ciclo reproductivo, observaciones que han sido reportadas en otros estudios (Bindon, 1984; Davis, 2005; Abraham y Thomas, 2012; Laleva et al., 2014; Deac et al., 2022). Además, en el futuro un cruce de parentales portadores aumenta la probabilidad de crías portadoras de la mutación y sus efectos basados en frecuencia alélica (Souza y Moraes, 2010). Por lo tanto, es factible obtener ejemplares homocigotos y con mayor incidencia de partos múltiples en los cruces con los ejemplares F1 portadores del gen resultantes de esa primera fase. En resumen, los resultados demuestran la ausencia del gen en rebaños locales, y resultados positivos de la introducción del gen FecB en corderos mediante el cruce de hembras no portadoras y carneros heterocigotos al gen.

LITERATURA CITADA

- Abraham, A. y N. Thomas, 2012. Role of fecundity genes in prolificacy of small ruminants. *JIVA* 34.
- Adkinson, A.Y. y R.W. Adkinson, 2013. The FecB (Booroola) gene and implications for the Turkish sheep industry. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 37(6): 621-624.
- Banerjee, S., S.M. Galloway, y G.H. Davis, 2011. Distribution of prolific Garole sheep in West Bengal, India. *Animal Genetic Resources / Ressources génétiques animales / Recursos genéticos animales* 48: 29-35.
- Bindon, B.M., 1984. Reproductive biology of the Booroola Merino sheep. *Australian Journal of Biological Sciences* 37(3): 163-190.
- Davis, G.H., 2005. Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genetics Selection Evolution* 37(Suppl. 1), S11-S23.
- Deac, A.M., A.S. Muzca, M.G. Aipatioaie, V. Cosier y M. Zahan, 2022. Methods of Improving Reproductive Parameters in Sheep and The Major Genes Associated with Prolificacy: A Review. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies* 79(1).
- Laleva, S., P. Slavova, N. Pacinovski, G. Bonev, G. Cilev y Y. Popova, 2014. Comparison of the ovulation rate, fertility, and birth weight in sheep of Trakian Merino Breed and their crosses with Booroola. *Macedonian Journal of Animal Science* 4(2): 49-53.
- Musthafa, M.M. y F.M.M.T. Marikar, 2014. An overview of major genes affecting prolificacy in sheep and related mechanisms. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 4(2): 239-246.

- Rodríguez-Carías, A. y J. Fernández-Van Cleve, 2021. Análisis descriptivo del efecto de la duración de la época de empadronamiento sobre la eficiencia reproductiva y productiva de ovinos criados en estrés por calor. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 105(1): 99-105. Doi.org/10.46429/jauprv.105i1.19640
- Souza, C.D. y J.C.F. Moraes, 2010. Como utilizar a genética Booroola. *Bagé: Embrapa Pecuária Sul*: 73.