

SELECCIÓN GENÓMICA



como herramienta para mejorar la adaptación tropical de la raza Braford

La raza Braford se destaca por combinar la precocidad sexual y de terminación, calidad de carne y eficiencia de conversión de la raza Hereford junto con la adaptación, rusticidad, resistencia a parásitos y fertilidad de la raza Brahman. Braford, es por lo tanto, una de las mejores alternativas para explorar el vigor híbrido y la complementariedad entre las razas de producción de carne de calidad en ambientes tropicales y subtropicales. Esto ha hecho que la expansión genética

del Braford haya crecido significativamente y se difunda en regiones geográficas de climas más cálidos, con mayor radiación ultravioleta y presencia de ectoparásitos, exigiendo por lo tanto una mayor adaptación de los animales a ambientes bien diferentes de los originales donde se desenvuelven las raza británicas y de los principales centros de formación del Braford, localizado en regiones de clima subtropical y templado.



La falta de pigmentación ocular en los bovinos puede llevar al aumento de la irritación causada por la irradiación solar.

predisposición a la aparición de carcinoma ocular, más específicamente carcinoma de las células escamosas oculares, el cual es considerado como la neoplasia económicamente más importante en la producción de bovinos de carne. Esta enfermedad presenta mayor incidencia en las hembras en un rango de edades entre los siete a los nueve años, afectando muchas veces a vacas productivas, que son mantenidas en el rodeo por su capacidad de destetar buenos terneros todos los años.

Las características del pelaje corto y denso son importantes para la termorregulación en los bovinos. Las condiciones térmicas adversas son factores predisponentes de estrés y llevan a la reducción del desempeño productivo, como resultado de la disminución del bienestar y la salud animal. Dentro de ciertos límites, los animales pueden regularse fisiológica, conductual e inmunológicamente, de forma de mantener la homeostasis orgánica y minimizar la consecuencias adversas de la exposición a los extremos de temperatura. El pelaje es un factor esencial en los cambios térmicos entre el animal y el ambiente. La estructura física de sus fibras y la cámara de aire almacenada en el pelaje, promueven el aislamiento térmico y la protección contra la radiación solar directa. Esto está directamente relacionado con capacidad de perder o ganar calor del ambiente, por eso mismo, los dis-

tintos tipos de pelajes se relacionan con el aislamiento térmico, con la eficiencia de disipación de calor a partir de la evaporación de la piel y con los atributos termorreguladores como la sudoración. Indirectamente, el tipo de pelaje también está asociado a otras características no ligadas directamente a la termorregulación, como son la producción, ganancia de peso y reproducción.

Por último, la garrapata del bovino, *Rhipicephalus microplus*, es una de las principales pérdidas productivas en la producción de carne en el Brasil, estimadas anualmente en tres billones de dólares. Esta especie se encuentra distribuida entre los paralelos 32 N, pasando por el sur de los Estados Unidos, región media de México y norte de África, y 32 S, cortando el sur de Brasil, centro de Uruguay, centro de Argentina y sur de Australia. Esta parasitosis provoca disminución del desempeño de los animales y desvalorización de los cueros por el efecto hematófago, además de los costos elevados de los tratamientos. Aparte de este, el perjuicio es agravado por la transmisión de otros agentes etiológicos, como *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*, causantes de la tristeza bovina.

Junto con los avances tecnológicos recientes en la biología molecular y en la genética cuantitativa, se desarrollaron nuevos procesos de evaluación

Dentro de las características fenotípicas que pueden ser citadas como de mayor relevancia para la adaptación tropical de la raza Braford, se destacan la pigmentación ocular, el pelaje corto y la resistencia a las garrapatas. La falta de pigmentación ocular en los bovinos puede llevar al aumento de la irritación causada por la irradiación solar. Como consecuencia, existe una





genética que asocian los métodos cuantitativos con información molecular de alta densidad que permiten acelerar las ganancias genéticas de los programas de mejoramiento. En este sentido, desde 2010 se ha comenzado a desarrollar un proyecto de estudio por parte de la Embrapa en asociación con Conexión Delta G, GenSys Consultores Asociados y la Asociación Brasileña de Hereford y Braford, con el objetivo de combinar datos de conteos de garrapatas, densidad de pelaje, pigmentación ocular y datos de genealogía con informaciones moleculares, considerando decenas de miles de marcadores distribuidos homogéneamente en el genoma, para identificar animales adaptados a las condiciones ambientales observadas en gran parte del territorio brasileño utilizado para la producción de ganadería de carne.

SELECCIÓN GENÓMICA

La detección de millones de polimorfismos de un único nucleótido (marcadores SNPs) y las innovaciones de las tecnologías de secuenciamiento de ADN y de genotipado de marcadores difundidas en la última década, que resultaron en reducciones drásticas de los costos de generación de datos moleculares, permitieron la utilización de la selección asistida por marcadores en escala genómica, la cual es denominada selección genómica en la práctica comercial del mejoramiento de los bovinos de carne. Las ventajas de la selección genómica están relacionadas a las ganancias en exactitud, reducción del intervalo generacional y mejor control de la consanguinidad. Aparte de esto, esas ganancias son más evidentes en aquellas caracte-

rísticas difíciles de mejorar por los métodos tradicionales, como aquellas de baja heredabilidad (ligadas a la reproducción y a la sanidad), limitadas a un sexo (reproducción, producción de leche), medidas tardíamente (longevidad, vida productiva), con fenotipos de medición costosa o sujetas a una elevada interacción con el ambiente (consumo de alimentos, producción de metano, adaptación), o que requieren del sacrificio del animal (calidad de carcasa, resistencia a enfermedades y parásitos).

IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE LA SELECCIÓN GENÓMICA EN LA RAZA BRAFORD EN BRASIL

Para la implementación de la selección genómica se están cumpliendo tres etapas fundamentales:

1) Establecer una población de referencia. Consiste en un conjunto de animales con medidas fenotípicas para las características que se pretende mejorar y con información genotípica para decenas de miles de SNPs. Esta población es utilizada para generar estimaciones de los efectos de los marcadores genéticos y para estable-

cer ecuaciones para las predicciones de los valores genómicos. Cuanto mayor es la población de referencia, mayor será la precisión de las predicciones. Actualmente, la población de referencia conjunta para Braford y Hereford en Brasil cuenta con 5.414 animales jóvenes (64% Braford y 36% Hereford) con genotipos para 50.000 SNPs y 230 toros con genotipos para 777.000 SNPs. Esos animales poseen datos fenotípicos de conteo de garrapatas, score de pigmentación ocular en una escala de 1 a 3 (1=pigmentación ausente, 2=pigmentación parcial y 3=pigmentación total), pelaje al destete y al año (1=pelaje corto, 2= pelaje medio y 3= pelaje largo), peso a diferentes edades y circunferencia escrotal.

2) Estimación de las precisiones de las predicciones genómicas: Es la validación de los efectos estimados y de las predicciones dentro de un grupo de animales que no pertenece a la población de referencia. Esas estimaciones fueron realizadas en conjunto para los animales Hereford y Braford en un estudio de validación cruzada a partir de la evaluación genómica de un paso (single step). Las precisiones (en una escala de 0,00 = nula a 1,00 0 total) obtenidas se presentan en la siguiente tabla:

Característica	Metodología		Ganancia
	Tradicional	Genómica	
Pigmentación ocular	0,51	0,79	54%
Pelaje al destete	0,34	0,47	38%
Pelaje al año	0,24	0,40	67%
Conteo de Garrapatas	0,26	0,48	84%
Peso al Nacer	0,40	0,53	33%
Peso al Destete	0,29	0,40	38%
Peso al año	0,30	0,52	73%
Circun. escrotal	0,32	0,50	56%



La adopción de las predicciones genómicas para las características de interés, representaron ganancias de entre el 33% al 84% en la selección de animales jóvenes aún sin datos fenotípicos, en relación a la evaluación genética tradicional basada solo en el pedigree. Así se comprueba la expectativa de obtener mayores ganancias genéticas con la utilización de la información genómica.

Cabe destacar que ya se han publicado tres sumarios de toros con evaluaciones genómicas de los principales toros Braford que se encuentran en los centros de inseminación de Brasil, las cuales pueden ser consultadas en el portal de Embrapa (<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes>). La diferencia práctica de utilizar toros Braford clasificados en dicho sumario, entre los 33% más resistentes en relación a los 33% más susceptibles, resulta en una reducción del 36% del nivel de infestación de garrapatas en sus hijos (ver gráfico abajo).

3) Establecimiento de un modelo comercial para el uso de la genómica: Este paso busca unir a los actores y establecer relaciones entre ellos para poner a disposición del mercado la tecnología de predicción de valores genómicos de los individuos candidatos de selección, de forma accesible a todos los criadores. Este es el desafío del momento. El modelo que se está desarrollando busca poner a disposición de forma amplia y flexible a todos los criadores Braford de Brasil o mismo fuera del país. Actualmente dos empresas relacionadas al desarrollo de la tecnología: Embrapa Pecuaria Sul y Genesys Consultores Associados, serán autorizadas para ofrecer el servicio de predicciones genómicas a los grupos de criadores para los cuales ya realizan la evaluación genética tradicional o también para que criadores que estén únicamente interesados en la predicción genómica. A pesar de que existen dos prestadores de servicios, la base de datos será compar-

tada y utilizada por ambas empresas, permitiendo mayores ganancias en las predicciones en la medida que la población de referencia se incremente con datos de los animales evaluados con información genómica en la rutina comercial.

Se espera que los productores se organicen a través de los programas de mejoramiento en los que participan o a través de los prestadores para centralizar las negociaciones con las empresas proveedoras de los servicios de genotipación, buscando menores precios de la mano de los mayores volúmenes de muestras provistos con la amplia adopción de la tecnología por parte de los criadores. El reciente reconocimiento de los marcadores SNPs como método oficial de verificación de paternidad por parte del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) de Brasil, debería acelerar el uso de la genómica de forma más amplia.

Con este modelo se espera poner a disposición de forma comercial la tecnología de la genómica para las razas Hereford y Braford, a un precio accesible y con predicciones cada vez más precisas, contando con un número creciente de características de alto valor económico, para acelerar el proceso de selección para la adaptación y producción de rodeos dentro de los diferentes ambientes de cría en Brasil. ◀▶

Promedio de conteo en los hijos por toro

