

Selección genómica para mejorar la adaptación tropical de la raza Hereford

Fernando Flores Cardoso 1,2,3, Fernando Antonio Reimann2,4, Marcos Jun-Iti Yokoo1, Claudia Cristina Gúlias Gomes1, Bruna Pena Sollero1, Gabriel Soares Campos2,5, Vanerlei Mozaquatro Roso6, Fernanda Varnieri Brito6, Alexandre Rodrigues Caetano2,7.

1. Embrapa Ganadería Sur,

2. Universidad Federal de Pelotas

3. Becario del CNPq

4. Becario FAPERGS

5. Becario CAPES

6. GenSys Consultores Asociados

7. Embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología

La raza de bovinos Hereford se destaca por presentar excelente precocidad sexual y de terminación, calidad de carne y eficiencia alimentaria. Estas características hacen de la raza una de las mejores alternativas para cruzar con razas cebuinas, explotar el vigor híbrido y la complementariedad entre razas, especialmente para aumentar la producción de carne de calidad en ambientes tropicales y subtropicales. Este matrimonio perfecto con la adaptación, rusticidad, resistencia a parásitos y fertilidad de las razas cebuinas fue una razón principal de la formación del Braford (raza compuesta Hereford x Cebú). De esta forma, se está produciendo la expansión de

la genética Hereford a regiones geográficas de clima más cálido, con mayor radiación ultravioleta e infestación de ectoparásitos, lo que por sí mismo exige mayor adaptación de los animales a esos ambientes, que son bien distintos de los hábitats originales de Razas británicas en regiones templadas.

Entre las características fenotípicas que pueden ser citadas como de mayor relevancia para la adaptación de la raza Hereford, se destaca la pigmentación ocular, la longitud del pelaje y la resistencia a la garrapata. La falta de pigmentación ocular en bovinos puede conducir al aumento de la irritación causada por la radiación solar en la región. Como consecuencia, hay una predisposición al desarrollo de carcinoma ocular, más específicamente carcinoma de células escamosas oculares, el cual es considerado la neoplasia económicamente más importante para la explotación de bovinos de carne. En la raza Hereford se presenta mayor incidencia en hembras, con un rango de edad entre siete y nueve años, alcanzando muchas veces vacas productivas, que permanecieron en el rebaño destetando un buen ternero cada año. Las características de longitud y densidad de pelo son importantes para la termorregula-

HEREFORD INGLES

GREGORIO TELLERIA

desde 1922

SÁBADO 28 OCTUBRE 2017

49º Remate Anual

"SAN GREGORIO" / Ruta 31 / Km 16 / SALTO

ASTADOS
Y
MOCHOS

GREGORIO TELLERIA

099 033 044

juanptelleria@hotmail.com

Hereford Ingles de Telleria

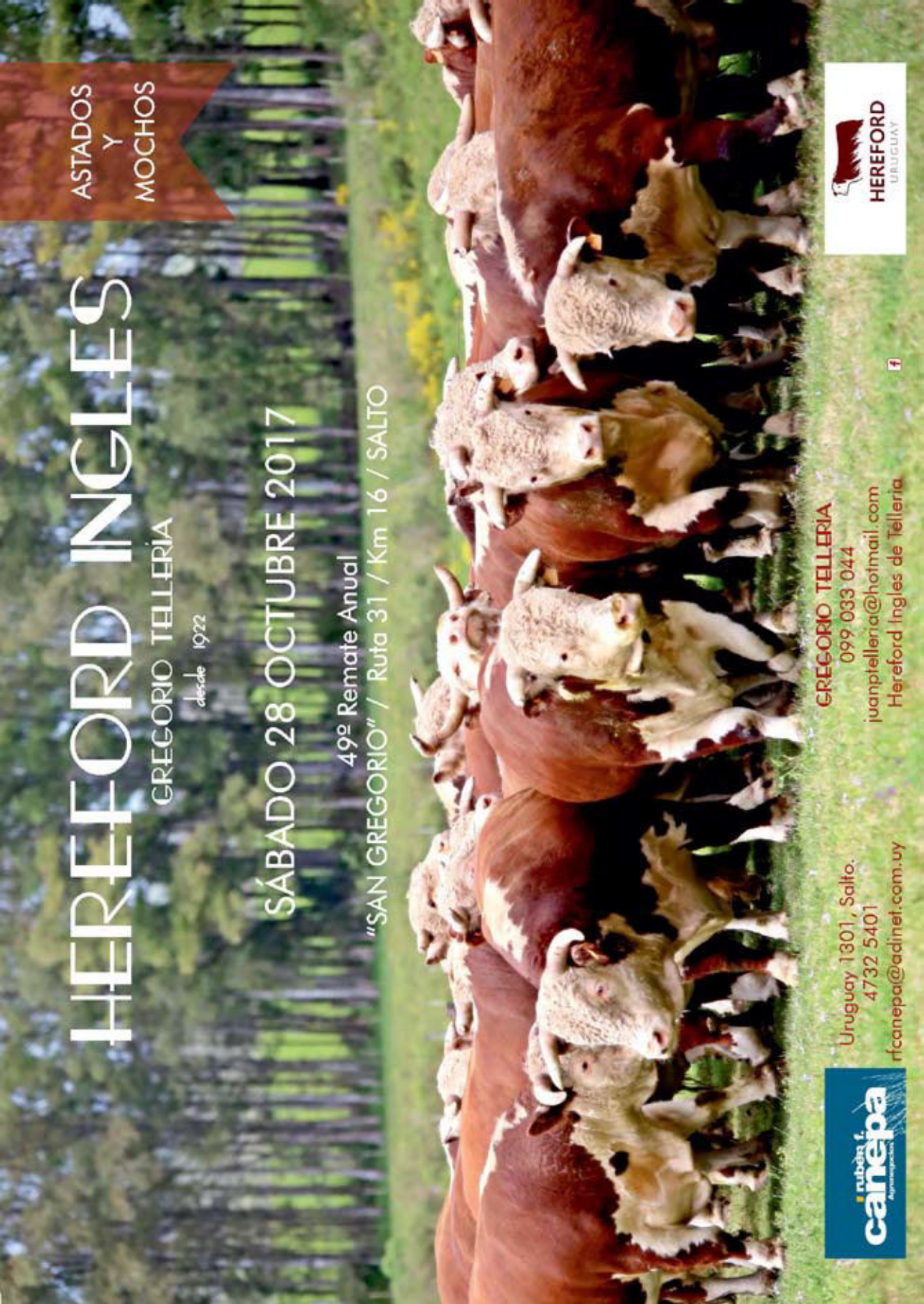
Uruguay 1301, Salto.

4732 5401

rfcanepa@adinet.com.uy

canepa
Asociación
rúbrica f.

HEREFORD
URUGUAY



ción en los bovinos. Las condiciones térmicas adversas a los animales, causan estrés, llevan a reducciones en el desempeño, como resultado de la disminución en la salud y la higiene. Dentro de ciertos límites, los animales pueden ajustarse fisiológica, conductual o inmunológicamente para sostener la homeostasis orgánica y minimizar las consecuencias adversas. El pelaje es un factor esencial en los cambios de temperatura del organismo frente al ambiente. La estructura física de sus fibras y la capa de aire almacenada en el pelaje, promueven el aislamiento térmico y la protección contra la radiación solar directa. Está directamente relacionado con la capacidad del animal de perder o ganar calor del ambiente, por lo que los diversos tipos de pelajes involucran aislamiento térmico, eficiencia de la disipación evaporativa del calor de la piel y atributos termorreguladores con la sudoración. Indirectamente, el tipo de pelaje también está asociado a otras características que no están ligadas directamente a la termorregulación, como producción, ganancia de peso y reproducción.

Por último, la garrapata bovina (*Rhipicephalus microplus*) es una de las principales causas de pérdidas productivas en el ganado bovino brasileño, estimadas anualmente en tres mil millones de dólares. La especie se encuentra distribuida entre los paralelos 32 N, pasando por el sur de los Estados Unidos, la región media de México y norte de África, y 32 S, cortando el sur de Brasil, el centro de Uruguay y de Argentina y el sur de Australia. El parasitismo provoca una disminución

del rendimiento de los animales y la depreciación de los cueros por el hematofagismo, y gastos elevados con tratamientos acaricidas. Además, el perjuicio es agravado por la transmisión de otros agentes etiológicos, como *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*, causantes de la tristeza parasitaria bovina (TPB).

Con los avances tecnológicos recientes en la biología molecular y en la genética cuantitativa, se desarrollaron nuevos procesos de evaluación genética que asocian los métodos cuantitativos tradicionales con informaciones moleculares de alta densidad y permiten la aceleración de las ganancias genéticas de los programas de mejora. En este sentido, un proyecto de investigación viene siendo desarrollado desde 2010 por Embrapa en asociación con la conexión Delta G, el GenSys Consultores Asociados y la Asociación Brasileña de Hereford y Braford, con el objetivo de combinar datos de recuentos de garrapata, pelaje y pigmentación ocular y datos de genealogía con informaciones moleculares amplias, considerando decenas de miles de marcadores distribuidos homogéneamente por el genoma, para identificar animales más adaptados a las condiciones ambientales en las que se practica la ganadería brasileña.

Selección genómica

La detección de millones de polimorfismos de un único nucleótido (marcadores SNP) y las innovaciones en las tecnologías de secuenciación de ADN y de genotipado de marcadores difundidos en la última década,

que resultaron en reducciones drásticas en los costos de generación de datos moleculares, permitieron la utilización y la selección asistida por marcadores a escala genómica, la cual es denominada selección genómica, en la práctica comercial del mejoramiento de bovinos. Las ventajas de la selección genómica están relacionadas con las ganancias en exactitud, reducción del intervalo de generaciones y mejor control de la consanguinidad. Además, estas ganancias son más evidentes en aquellas características más difíciles de mejorar por los métodos tradicionales, como las de baja heredabilidad (ligadas a la reproducción y la salud), limitadas a un sexo (reproducción, producción de leche), medidas tardíamente (longevidad, vida productiva), con pocos fenotipos o sujetas a la interacción del medio ambiente (consumo de alimentos, producción de metano, adaptación), o requieren el sacrificio o la expoliación del animal (carcasa, calidad de la carne, resistencia a enfermedades y parásitos).

Implementación práctica de la selección genómica de Hereford en Brasil

Para la implementación de la selección genómica estamos cumpliendo tres etapas fundamentales:

(1) Establecimiento de 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 se utiliza para estimar los efectos de los marcadores genéticos y para establecer ecuaciones para las predicciones de los valores genómicos. Cuantos más animales tenga esa población, mayor será la exactitud de las predicciones. Actualmente, la población de referencia para Hereford y Braford en Brasil cuenta con 4.266 animales jóvenes (75% Braford 25% Hereford) con genotipos para 40.000 SNPs y 230 toros con 777.000 SNPs. Estos animales tienen fenotipos para recuento de garrapatas, puntuación de pigmentación ocular en una escala de 1 a 3 (1-pigmentación ausente, 2-pigmentación parcial, 3-pigmentación total), pelaje al destete y al sobreaño (1 pelo corto; -pelaje medio, 3-pelaje largo), y para pesos en diferentes edades y circunferencia escrotal.

(2) Estimación de la precisión de las predicciones genómicas: Es la validación de los efectos estimados y de las predicciones en un grupo de animales que no pertenece a la población de referencia. Estas estimaciones se realizaron 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 = total) obtenidas se presentan en la siguiente tabla.

La adopción de las predicciones genómicas para las características de interés representó ganancias entre 33 y 84% en la selección de animales jóvenes aún sin fenotipo en relación

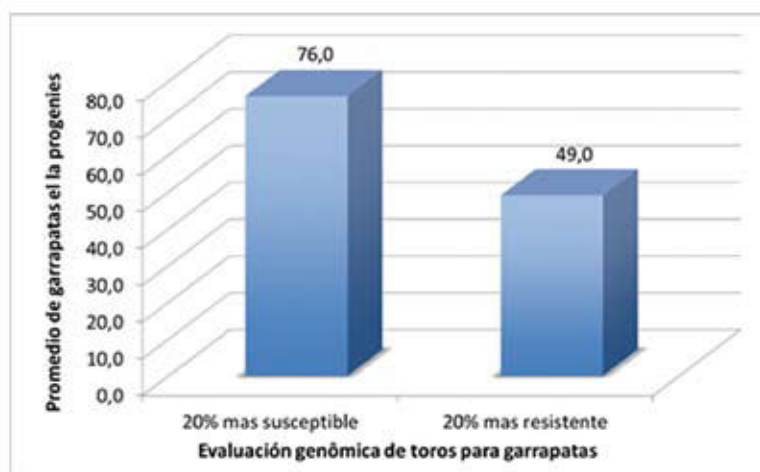
Características	Tradicional	Genómica	Ganancia
Pigmentación ocular ¹	0,51	0,79	54%
Pelaje al destete ¹	0,34	0,47	38%
Pelaje al sobreño ¹	0,24	0,40	67%
Cantidad de garrapatas	0,26	0,48	84%
Peso al nacer ³	0,40	0,53	33%
Peso al destete ³	0,29	0,40	38%
Peso al sobreño ³	0,30	0,52	73%
Perímetro escrotal ⁴	0,32	0,50	56%

a la evaluación genética tradicional basada en pedigrí. Así, comprobamos la expectativa de mayor ganancia genética a ser alcanzada con el uso de la información genómica.

Cabe destacar que ya se han publicado tres sumarios de toros con las evaluaciones genómicas de los principales toros Hereford en central de inseminación de Brasil, que pueden ser accedidas en el portal de la Embrapa (<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes>). La diferencia práctica en usar los toros Hereford clasificados en este resumen entre

el 20% más resistente al 20% más susceptibles es una reducción en 1/3 de la infestación por garrapatas de los hijos (ver figura abajo).

(3) *Establecimiento de un modelo comercial para uso de la genómica:* Este paso comprende establecer los actores y las relaciones entre ellos para poner a disposición en el mercado la tecnología de predicción de los valores genómicos de individuos candidatos a la selección, de forma accesible a todos los criadores. Este es el reto en este momento. El modelo que está siendo estructurado co-



LÍDERES EN PRODUCCIÓN DE EMBRIONES IN VITRO.

RESULTADO
COMPROBADOS

GRUPO
IN VITRO Brasil,
450.000 embriones
producidos
en 2016

LO QUE LE
OFRECEMOS

6 años con más
de 50.000 embriones
producidos IN VITRO
en Uruguay

55%
de participación
del mercado mundial
de FIV

- Producción de Embriones Convencionales y Sexados
- Optimización del Semen (con una pajuela se fertilizan los Ovocitos de 10 vacas aprox.).
- Producción de Embriones de la misma Donante cada 15 días.
- Producción de embriones de Donantes Preñadas (hasta 4 meses de Gestación).
- Producción extendida en el tiempo sin afectar la Donante.
- Transferencia de embriones Frescos y Vitrificados (congelados).
- Nuevo método **Direct Transfer**, congelación y transferencia directa de embriones.

IN VITRO
ARGENTINA - URUGUAY



Panamericana, km. 57, Pilar, Complejo Verdi 57
Local 13. | Buenos Aires - Argentina
011 15 64315050 | 011 15 56667771 | spcam@adinet.com.uy

Guarambaré 1385 | Montevideo - Uruguay
Cel.: (+598) 99 687 280
spcam@adinet.com.uy

IN VITRO. Multiplicación de la ganadería superior

loca a la Asociación de Criadores en el papel central, recibiendo las muestras biológicas acopladas a un sistema de identificación individual animal, creando así un banco de ADN para las razas Hereford y Braford en Brasil. La Asociación también está conduciendo una negociación única y agregando un volumen mayor de muestras para obtener el menor precio posible junto a las empresas proveedoras de genotipado. Por otro lado, se busca también junto al Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) el reconocimiento del SNP como forma oficial de verificación de paternidad. En este modelo, la población de referencia será única y disponible para todos los programas de mejora de las razas Hereford y Braford reconocidos por el MAPA, siendo inicialmente compuesta por los datos de los proyectos de investigación de la asociación Embrapa, Conexión Delta G, Gensys, ABHB y otros socios. Sin embargo, esta población se incrementará gradualmente, a partir de los animales evaluados con información genómica en la rutina comercial. El cálculo de las EPD genómicas será hecho por Embrapa Ganadería Sur usando la base de datos conjunta, que también estará disponible para todos los programas para hacer sus propias predicciones. Con este modelo se espera poner a disposición comercial la tecnología genómica para las razas Hereford y Braford, a un precio asequible 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 adaptación y producción de los rebaños en los más diferentes ambientes de cría en la ganadería nacional.

Principales referencias consultadas

AGUILAR, I .; MISZTAL, I .; JOHNSON, D.L. et al. Tema: *Unified approach to use phenotypic, full pedigri, y genomic information para la evaluación genética de Holstein final score.* De la Universidad de Chile, v.93, n.2, p.743-752, 2010.

CARDOSO, F.F; GULIAS GOMES, C. C .; En este sentido, Y al. *Predicción de la resistencia genética a la garrapata de bovinos Braford y Hereford a partir de un panel denso de marcadores moleculares.* Bagé: Embrapa Ganadería Sur, 2011. 6 p. Il. (Embrapa Ganadería Sur. Circular Técnica, 41).

CARDOSO, F. F .; REIMANN, F. A .; YOKOO, M. J. I .; Y al. *Evaluación genómica para características de adaptación y caracterización racial de toros Hereford y Braford: edición 2016.* Bagé: Embrapa Ganadería Sur, 2016. 92 p. (Embrapa Ganadería Sur. Documentos, 151).

GODDARD, M.E .; HAYES, B.J .; MEUWISSEN, T.H. *La elección de genomic en la vida de la población. La investigación,* v.92, n.6, p.413-421, 2010.

GRISI, L .; LECHE, R. C., MARTINS, J. R. S., et al. *Reasentamiento del impacto económico del ganado en Brasil.* Revista Brasileña de Parasitología Veterinaria. 2014, vol.23, n.2, pp.150-156.

HAYES, B.J .; BOWMAN, P.J .; CHAMBERLAIN, A.J. et al. *Invited review: Genomic selection in dairy cattle: progres y desafíos.* De la Universidad de Ciencias, v.92, n.2, p.433-43, 2009.

MEUWISSEN, T.H.E .; HAYES, B.J .; GODDARD, M.E. *Predicción del total del genético usando genome wide dense marker maps.* Genetics, v.157, n.4, p.1819-1829, 2001.

PAUSCH, H .; WANG, X .; JUNG, S .; KROGMEIER, D .; EDEL, C .; EMMERLING, R .; GÖTZ, K-U .; FRIES, R .: *Identificación de QTL para UV-eye eye-pigmentation in ganado por progeny phenotyping y genome-wide Association analysis.* PLoS One, v. 7, 2012.

RAMOS T. A .; NORTE D. M .; ELIAS F .; FERNANDES C. G. *Carcinoma de células escamosas en bovinos, ovinos y equinos: estudio de 50 casos en Rio Grande do Sul. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 44: 5-13, 2007.

; LA SCALA JR., N .; POCAJ, P. L. B. *Transmisión de radiación ultravioleta a través del pelaje y de la epidermis de bovinos.* Journal of Animal Science, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.