



Optimizando el progreso genético del vacuno de leche gallega: presente y futuro

Teniendo en cuenta la cada vez mayor importancia de implementar estrategias reproductivas para contribuir al progreso genético en las granjas, nuestro grupo de investigación decidió llevar a cabo un estudio a partir de 39 explotaciones gallegas con el fin de establecer el valor genético medio actual y determinar los métodos de selección más comunes en esta comunidad. A continuación, ofrecemos los resultados y las conclusiones principales de dicho trabajo.

Izadora Baldo¹, Antía Acción¹, Jacobo Álvarez¹, Renato Barrionuevo¹, Uxía Yáñez¹, Juan J. Becerra¹, Pedro G. Herradón¹, Ana I. Peña¹, Luis A. Quintela¹, Jorge Fernández², Pablo Reboiro², Juan Cainzos²

¹Unidad de Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, avda. Carballo Calero s/n 27002, Lugo, España

²ABS Global, calle Calidad 34, 28906 Getafe, España

INTRODUCCIÓN

En el último siglo, la biotecnología transformó notablemente muchos de los sectores de nuestra sociedad y la ganadería de vacuno lechero no fue una excepción. El manejo reproductivo jugó un papel clave en esta revolución, impulsando mejoras notables en la producción y en el bienestar. Desde los primeros pasos con la inseminación artificial a comienzos del siglo XX hasta la actualidad, el camino estuvo marcado por innovaciones constantes.

Entre ellas, destacan las pruebas de descendencia en 1935, el descubrimiento de la capacidad crioprotectora del glicerol en 1949, el desarrollo de la transferencia de embriones y la superovulación en los años 50, la introducción de tanques de nitrógeno líquido en 1954, el cultivo de embriones *in vitro* en los años 70, y la llegada del semen sexado en los años 80. En el siglo XXI, la genética dio un nuevo salto con la incorporación de la selección genómica

en el año 2009 y su expansión por todo el mundo.

En este sentido, la mejora genética es uno de los motores fundamentales para el progreso en la ganadería moderna. Se basa en identificar y reproducir aquellos animales que presentan mejores características para un trazo o conjunto de trazos de interés, con el objetivo de que su descendencia herede ese trazo deseable. Este proceso, cuando se realiza de manera sistemática y basada en datos, se conoce como **programa de cría**.

► LA MEJORA GENÉTICA ES UNO DE LOS MOTORES FUNDAMENTALES PARA EL PROGRESO EN LA GANADERÍA MODERNA



¿QUÉ ES UN PROGRAMA DE CRÍA?

El diseño de un programa de cría comienza por definir los objetivos de mejora, es decir, que se quiere optimizar en función del sistema de producción, qué caracteres biológicos están implicados, cómo influyen y cuál es su heredabilidad. A continuación, se decide sobre qué caracteres se quiere actuar y se establece un sistema de evaluación para identificar a los animales deseables.

Finalmente, se utilizan sistemas de apareamientos dirigidos a poder conseguir la mejora genética.

Índices genéticos

La herramienta principal para poner en marcha estos programas son los llamados **índices genéticos**, que resumen el valor genético de un animal para un conjunto de rasgos de interés para la ganadería. Existen diferentes tipos de índices, como

por ejemplo el índice combinado (ICO), el índice de rendimiento total (TPI) y el mérito neto (MN\$). Para cada uno de estos índices existen diferentes factores de ponderación para cada carácter, por lo que las ganaderías deben prestar especial atención a la hora de escoger el índice que mejor se adapta a sus objetivos de mejora genética. Uno de los más utilizados en la industria es el MN\$, que expresa el rendimiento ►►



**GRAN CALIDAD,
ALTO RENDIMIENTO**



MILLARES TORRÓN SL

Distribuidoras de arena, cal, serrín, paja, etc

Distribuidoras para camas avícolas modelo FS200

Distribuidoras manuales de camas

Disponemos de **enganche** para cualquier tipo de manipuladora telescópica, pala o tercer punto a tractor.

**PÍDENOS PRESUPUESTO
SIN COMPROMISO**

www.millarestorron.com

📍 Carretera de Santiago Km. 5 Lugo
☎ 982 221 966
✉ correo@millarestorron.com

► DE LAS 39 GANADERÍAS, SOLO 11 AFIRMARON RECIBIR ALGÚN TIPO DE ASESORAMIENTO GENÉTICO Y SOLO EN 8 SE REALIZABAN PRUEBAS GENÓMICAS

Figura 1. Fórmula matemática del progreso genético

$$\Delta G = \frac{r_{IH} \times i \times \sigma_A}{L}$$

ΔG : incremento del progreso genético; r_{IH} : precisión de la selección; i : intensidad de la selección; σ_A : variabilidad genética de la población; L : intervalo generacional

de un animal a lo largo de su vida productiva en comparación con la base de animales de referencia. Su valor puede expresarse en puntos de valor de cría (BV por sus siglas en inglés: *breeding value*), que es el valor correspondiente a ese animal o en capacidad de transmisión predicha (PTA por sus siglas en inglés: *predicted transmitting ability*), el cual es el valor que se espera que transmita a su descendencia, esto es, la mitad del BV.

Para hacer un seguimiento de la evolución de los animales y constatar la eficacia del programa de cría en curso, se comprueba el progreso genético de la población (Falconer y Mackay, 1996). Este se define como la variabilidad del valor genético medio de una generación con respecto al valor genético medio de la generación anterior. Para estimarlo, se tienen en cuenta cuatro factores clave: la precisión de la selección, la intensidad con la que se seleccionan los mejores animales, la variabilidad genética presente en la población y el intervalo generacional, es decir, el tiempo entre una generación y la siguiente (figura 1).

Actualmente, las principales estrategias reproductivas que contribuyen al progreso genético incluyen la inseminación artificial, bien con semen convencional, sexado o de carne, y el tipo de selección de los animales, que puede llevarse a cabo mediante el pedigrí (es decir, en base al rendimiento de los progenitores), o bien mediante la selección genómica, la cual permite estimar el valor genético de un animal a edades tempranas, sin esperar a que tenga descendencia o registros productivos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este contexto, y dada la importancia que el ganado vacuno lechero tiene en la economía gallega, el

Grupo de Investigación de Reproducción y Obstetricia de la Facultad de Veterinaria de Lugo (Campus Terra, Universidad de Compostela) llevó a cabo un estudio en el que se propusieron los siguientes objetivos:

- Establecer el valor genético medio actual, de acuerdo con el MN\$, en ganaderías de vacuno de leche en Galicia. Este índice fue seleccionado por su empleo en el mercado gallego para la selección de madres y sementales.
- Determinar las estrategias reproductivas y los métodos de selección actuales más comunes en las explotaciones.
- Estimar el progreso genético esperado en la siguiente generación en función de la estrategia reproductiva utilizada.

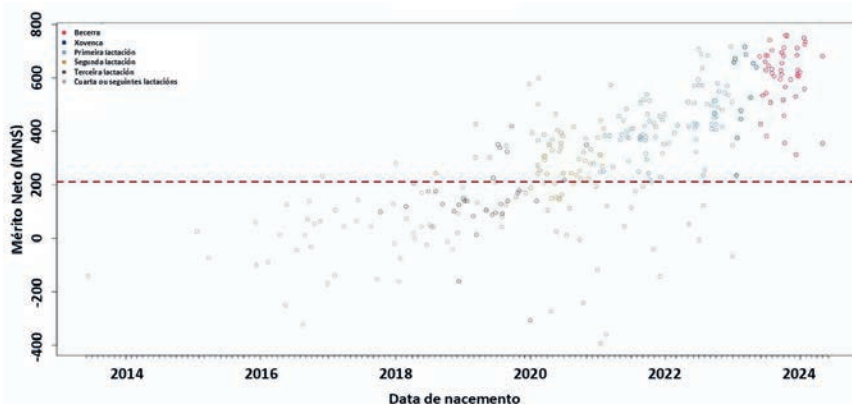
Para esto, se incluyeron un total de 39 ganaderías ubicadas en la comunidad autónoma de Galicia, concretamente en las provincias de Lugo (28), A Coruña (10) y Pontevedra (1). En conjunto, estas explotaciones englobaron un total de 12.569 animales, con un promedio de 321 animales por granja (72-947), todas ellas de raza holstein.

Como criterios de inclusión en este estudio, se estableció que las ganaderías no fuesen clientes de ABS Global o tuviesen una cuota inferior al 40 %, que estuviesen en control lechero y que tuviesen voluntad de participar y compartir información sensible de su granja. En cada ganadería se llevó a cabo una encuesta para recaudar información sobre la realización de pruebas genómicas, si contaba con un servicio de asesoramiento genético en la explotación, el tipo de semen empleado y porcentaje de uso, los sementales más frecuentes y el método de selección de las reproductoras.

Para calcular el MN\$, se hizo una estimación en base al pedigrí. Se obtuvo la información a través de la plataforma de Conafe y se estimaron los valores de MN\$ con base en la información disponible del padre, abuelo y bisabuelos en la plataforma de auditorías genéticas de ABS Global.

Una de las gráficas de interés generadas por la plataforma lleva por nombre 'Palette' (figura 2), en la cual se representa el valor de MN\$ estimado de cada animal en función de su fecha de nacimiento. ►►

Figura 2. Gráfica "Palette"



En esta gráfica se representa el mérito neto dólar (MN\$) en puntos de capacidad de transmisión predicha (PTA) de los animales en función de su año de nacimiento. El color de los círculos indica el estado productivo del animal



Saber
más



*¡Adiós promesas,
hola resultados!*



El guardián del sistema inmunitario para un efectivo más saludable y un negocio más rentable.



MENOR RIESGO DE MASTITIS

Apoya la salud del ubre

287€/vaca
coste de un caso de mastitis¹



REDUCCIÓN DE DÍAS ABIERTOS

Evite los días abiertos en exceso

2-5€/vaca
costo de cada día abierto²



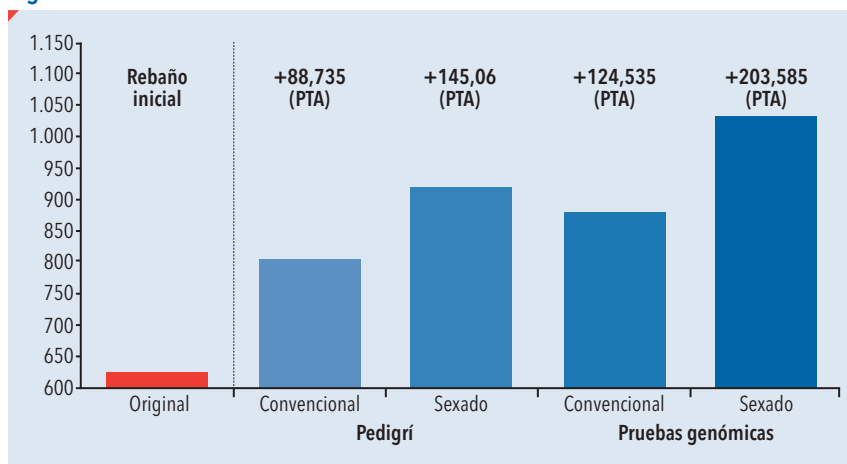
ESTRÉS TÉRMICO

Los efectos del estrés térmico
cuestan en promedio

270€/vaca/año
en una granja media europea³

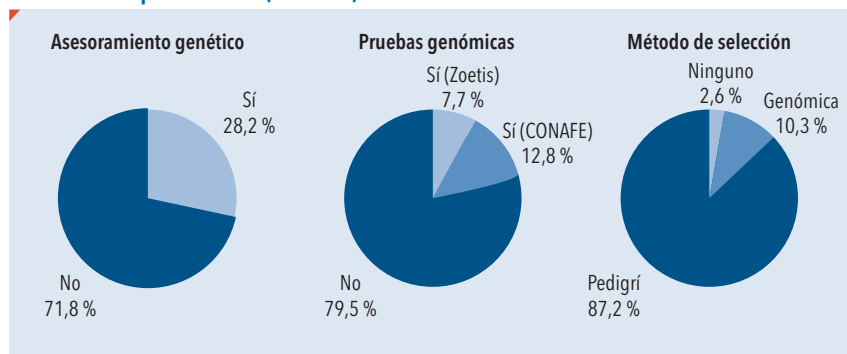
► DEL 20 % DE LAS EXPLOTACIONES QUE INVIERTEN EN PRUEBAS GENÓMICAS, SOLO LA MITAD RECONOCE UTILIZAR ESTA INFORMACIÓN PARA SELECCIONAR LAS MADRES DE LA FUTURA GENERACIÓN

Figura 3. Retorno de la inversión



En esta gráfica se representa el valor medio de mérito neto (MN\$) del rebaño en puntos de valor de cría (BV) a la izquierda de la línea vertical y, a la derecha de esta, el incremento del MN\$ en puntos de capacidad de transmisión predicha (PTA) en la siguiente generación en función del tipo de semen empleado (sexado o convencional) y el método de selección de los animales (pedigrí o pruebas genómicas)

Figura 4. Resultados de la encuesta realizada en 39 granjas de vacuno de leche en Galicia para las siguientes cuestiones: contar o no con un servicio de asesoramiento genético (izquierda), realización de pruebas genómicas (centro) y método de selección de las reproductoras (derecha)



Esta gráfica permite identificar a los mejores y peores individuos del rebaño en tener de mérito genético, lo que resulta especialmente útil para su posterior selección o descarte.

Por último, la plataforma de ABS Global generó para cada ganadería la gráfica sobre el “Retorno de la inversión” [*Return of investment*] (figura 3).

Esta representa la estimación del progreso genético que se puede esperar en la siguiente generación en función de la estrategia reproductiva y de selección de las madres llevada a cabo en la granja. Este progreso se estima en base a los puntos adicionales de índice genético que podemos esperar en cada explotación en función del tipo de semen utilizado y las herramientas de selección. Además, en la ecuación de cálculo del progreso genético, en algunas de las variables fueron

empleados valores considerados comunes a todas las poblaciones, con el objetivo de mantener una simulación igualitaria:

- La intensidad de selección se estableció, para el semen convencional, en un 60 % de los mejores animales en base a su MN\$, mientras que para el semen sexado fue de un 35 %.
- La precisión de selección se estableció en un 35 % de fiabilidad para la selección por pedigrí y en un 75 % para la selección mediante pruebas genómicas (Wiggans *et al.*, 2011).

RESULTADOS DEL ESTUDIO

El promedio estimado de MN\$ en puntos de PTA fue de 275,78 (-525,91-1.018,85 MN\$), con diferencias de hasta 1.289,65 puntos entre los animales con valores mínimo y máximo dentro de la misma granja, lo que pone de relevancia la exis-

tencia de una elevada proporción de individuos con MN\$ negativo. Además, de las 39 ganaderías, solo 11 afirmaron recibir algún tipo de asesoramiento genético, y solo en 8 se realizaban pruebas genómicas (figura 4). No obstante, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el valor de MN\$ medio estimado del rebaño entre recibir asesoramiento genético o no (251,97 vs. 262,07, respectivamente), ni entre el empleo o no de pruebas genómicas (272,89 vs. 255,69, respectivamente) o seleccionar a los animales en base a la información genómica, de pedigrí, o no hacer ninguna selección (182,15, 269,28 y 225,50, respectivamente).

Asimismo, el porcentaje de empleo de semen sexado, con el convencional y de carne fue del 32 %, 33,5 % y 34,3 %, respectivamente, entre el total de las ganaderías. ►►

OXA LACTEAT G AV

en base ácido láctico y aloe vera

Regenera la epidermis mientras **protege** e **hidrata** el pezón hasta el siguiente ordeño.





► LA FALTA DE ASESORAMIENTO ES PROBABLEMENTE LA CAUSA DE QUE EN LA ACTUALIDAD EXISTA UNA PROPORCIÓN IMPORTANTE DE ANIMALES CON PUNTUACIONES DE MN\$ NEGATIVAS, LO QUE PERJUDICA EL RENDIMIENTO DE LAS EXPLOTACIONES

Además, el análisis estadístico reveló una correlación positiva entre el porcentaje de empleo de semen de carne y el MN\$ medio estimado del rebaño, sin existir tal correlación en el caso del porcentaje de empleo de semen sexado o convencional.

Finalmente, se observaron diferencias significativas en el MN\$ estimado de los rebaños en la siguiente generación en función de las estrategias utilizadas (figura 5). Así, este valor fue mayor al combinar el empleo de semen sexado y carne con la selección de reproductoras en base a pruebas genómicas (148,55) en comparación con el empleo de semen convencional y selección por pedigrí (64,74), el empleo de semen sexado y carne y la selección por pedigrí (105,85), y el uso de semen convencional y la selección por pruebas genómicas (90,87).

Uno de los principales hallazgos es el bajo porcentaje de ganaderías que reconocen disponer de un servicio de asesoramiento genético, al contrario de lo que sucede en otras áreas como la reproducción o la nutrición. Además, también sorprende que solo la mitad del 20 % de las explotaciones que invierten en pruebas genómicas reconoce utilizar

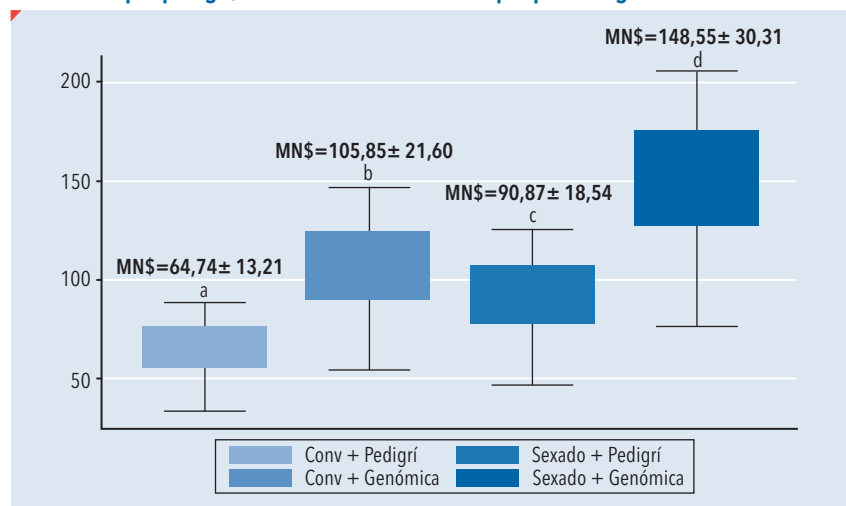
esta información para seleccionar las madres de la futura generación. Esto puede ser consecuencia de la falta de un asesoramiento genético adecuado que establezca un programa de cría específico enfocado a las necesidades y objetivos de cada explotación en particular.

Esta falta de asesoramiento es probablemente la causa de que en la actualidad exista una proporción importante de animales con puntuaciones de MN\$ negativas, lo que perjudica el rendimiento de las explotaciones.

Estos resultados apoyan la justificación de la realización de este estudio, ya que, aunque dispongamos de diversas herramientas para mejorar la eficiencia y el rendimiento, existe también una grieta importante entre su desarrollo y el empleo por parte de las granjas, con las correspondientes consecuencias debido a la falta de objetividad en la percepción del nivel genético del rebaño. Así, destaca la importancia de contar con información como la representada en la figura 2, que permita identificar los animales por su MN\$ y hacer una toma de decisión más eficiente en términos económicos, considerando la realidad de cada granja.

Pese a no observar una correlación significativa entre la estrategia reproductiva y los valores medios de MN\$, es preciso tener en cuenta que esto podría deberse a la ausencia de una estrategia clara, así como a los distintos criterios de selección de los sementales, como los trazos de tipo o de tamaño, que suelen estar enfrentados a los valores de rendimiento. ►►

Figura 5. Resultados del análisis estadístico (media $\pm$ desviación estándar) para comprobar si existen diferencias en el incremento de mérito neto (MN\$) en puntos de capacidad de transmisión predicha (PTA) en la siguiente generación en función del tipo de semen y de la estrategia de selección de las reproductoras utilizadas: semen convencional + selección por pedigrí, semen convencional + selección por pruebas genómicas, semen sexado + selección por pedigrí, semen sexado + selección por pruebas genómicas



Diferentes letras indican diferencias significativas entre los distintos tipos de estrategias

FARM-O-SAN

Reviva

La bebida energética naranja para recuperar a la vaca después del parto

Farm-O-San Reviva contiene los electrolitos, el calcio y la energía que la vaca necesita para recuperarse después del parto. **Farm-O-San Reviva** es un alimento complementario que estimula el consumo de materia seca e incrementa los niveles de calcio en sangre tras el parto, lo que contribuye a mantener una buena producción de leche y una salud general adecuada.





► EL MN\$ ESTIMADO DE LOS REBAÑOS EN LA SIGUIENTE GENERACIÓN FUE SIGNIFICATIVAMENTE MAYOR AL COMBINAR EL EMPLEO DE SEMEN SEXADO Y CARNE CON LA SELECCIÓN DE REPRODUCTORAS EN BASE A PRUEBAS GENÓMICAS

Además, algunas de las granjas incluidas podrían no estar empleando el índice MN\$ como índice de selección.

Por último, el semen convencional sigue empleándose en un elevado porcentaje en comparación con otras zonas del mundo, como por ejemplo el Reino Unido, donde hasta el 84 % del semen holstein utilizado es sexado. Cabe destacar la correlación positiva observada entre el uso de semen de carne y los valores de MN\$, motivada por el hecho de que la inseminación de una madre de bajo potencial genético con semen de carne bloquea de manera definitiva la posibilidad de recría de su descendencia.

Finalmente, el progreso genético obtenido con la estrategia basada en la combinación de semen sexado y carne con el empleo de pruebas genómicas puede ser justificado de acuerdo a las diversas razones. La primera de ellas es que el semen sexado permite aumentar la intensidad de selección, es decir, escoger un grupo reducido de las mejores vacas como madres de la futura generación, al tiempo que inseminar animales genéticamente inferiores con semen de carne impediría su aportación genética al rebaño. A esto es preciso sumarle el aumento significativo de la precisión al emplear pruebas genómicas en lugar de hacer selección por pedigrí (75 % vs. 35 %), además de reducir el intervalo generacional al poder genotipar a edades más tempranas.

Estudios recientes similares a este describen resultados semejantes en los que, mediante simulación, se observa que el empleo de semen sexado y de carne, así como y la selección por pruebas genómicas mejoran el retorno económico tanto de manera individual como combinada (Clasen *et al.*, 2021).

No obstante, varias investigaciones enfocadas en este tema coinciden en que, a pesar de todos los beneficios económicos y genéticos aportados por las tres herramientas, la buena gestión de la ganadería es clave para alcanzar buenos resultados (Holden y Butler, 2018; Burnell, 2019; Ettema *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

Este estudio puso de relieve la existencia de una grieta entre el desarrollo de herramientas genéticas y su empleo por parte de las explotaciones de vacuno lechero gallegas. Además, la presencia de animales con valores bajos o negativos de MN\$ en los rebaños podría representar una oportunidad de mejora teniendo en cuenta el impacto de estos en el rendimiento general del rebaño.

Para terminar, una estrategia reproductiva basada en el empleo de semen sexado y de carne combinado con la selección de madres mediante pruebas genómicas podría tener un impacto notable en el progreso genético y en el rendimiento de las explotaciones, aunque su éxito depende en gran medida del nivel de gestión de la ganadería. ■

BIBLIOGRAFÍA

Burnell M. The use of sexed semen in dairy herds. *Livestock*. 2019; 24(6):282-286.

Clasen JB, Kargo M, Østergaard S, Fikse WF, Rydhmer L, Strandberg E. Genetic consequences of terminal crossbreeding, genomic test, sexed semen, and beef semen in dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(7):8062-8075.

Ettema JF, Thomasen JR, Hjortø L, Kargo M, Østergaard S, Sørensen AC. Economic opportunities for using sexed semen and semen of beef bulls in dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(5):4161-4171.

Falconer DS, Mackay TFC. Introducción a la Genética Cuantitativa. 4th ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A; 1996.

Holden SA, Butler ST. Review: Applications and benefits of sexed semen in dairy and beef herds. *Animal*. 2018; 12(s1):s97-s103.

Wiggins GR, VanRaden PM, Cooper TA. The genomic evaluation system in the United States: Past, present, future. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94(6):3202-3211.