

Genómica, mucho más que una moda

Introducción

Desde Mendel (1822-1884), padre de la genética, los fenotipos han sido la guía para hacer selección genética. Esto se pudo hacer con los caracteres que dependen de pocos genes y que tienen, también, una expresión fenotípica alta. Pero con el tiempo la producción animal se ha intensificado y se busca mejorar caracteres que dependen de más de un gen. Además, su expresión es difícil de evaluar, ya que el ambiente les afecta de manera directa y nos puede añadir sesgos.

Un paso importante en el campo de la genética sucede en 2009, cuando un grupo multidisciplinar secuenció el genoma de la vaca. Es más, este proyecto ya estaba diseñado para obtener un producto concreto, los test genómicos. Eso no sucede por azar, sino que la comunidad científica, entre ellos varios genetistas, ya hacía años que habían demostrado que ciertas secuencias genéticas daban ventajas productivas respecto a otras (1), sin la influencia del complejo efecto ambiental y de manejo.

En los últimos años hemos sido bombardeados por miles de estímulos hacia la genómica, los programas de acoplamientos y la mejora genética de las ganaderías. Con este breve artículo me gustaría mostrar con datos reales porqué los ganaderos tienen que apostar por ello; las empresas, los técnicos y las asociaciones creo que ya están convencidas.

En un sector competitivo y en muchas ocasiones con un escaso margen de beneficio, siempre me planteo la pregunta: ¿cómo puedo ayudar a mis clientes para poder seguir trabajando? En mi opinión solo tenemos una solución que dependa de nosotros y esta pasa por ser **eficientes**. Históricamente se apostaba por el volumen productivo para diluir costes de producción, y no es mala estrategia hasta cierto punto. Pero ahora, en determinadas zonas, ya es casi inviable o imposible ampliar tu ganadería, básicamente por motivos económicos, medioambientales, legales y/o falta de terreno. Por estas razones algunos vemos potencial en la genómica ya que nos ayudará a seleccionar nuestras mejores futuras productoras antes de invertir en ellas y, además, nos garantiza que las que elijamos producirán más que sus compañeras con una alta fiabilidad.

Jordi Galian Torras, VETCLUSTERING

Veterinario Asesor independiente. Miembro del equipo para el asesoramiento genético de FEFRIC. Técnico habilitado por CONAFE para CONAFEMAT
email: Vetclustering@gmail.com

En resumen, la toma de decisiones tempranas con la genómica nos hace más **eficientes** y esto se traduce en dinero.

Diferencia entre control de consanguinidad y un Plan de mejora genética

Entrando en materia, sabemos que en los últimos años hay un acúmulo de consanguinidad notable y pronunciado en la población mundial de vacas Holstein (2) y esto nos hace plantear: ¿tenemos que ir a consanguinidades altas o es peligroso?



En primer lugar, destacar que para la creación de una raza es necesario un cierto grado de consanguinidad, pero hay que tener claros varios aspectos antes de postularnos si debemos subirla, mantenerla o bajarla. Hay que ser prudentes ya que no conocemos todos los efectos de cada secuencia del genoma y los genetistas nos llaman a ser conservadores, así que de momento lo recomendable es controlarla. Lo que sí está claro y me gustaría enfatizar es la diferencia entre la valoración de la consanguinidad por pedigrí y acoplamientos calculados en base a pocas generaciones o un programa de mejora genética completo, ya que aquí sí que si tenemos a ganar.

Hasta hace poco, una de las pocas herramientas de control de genes homocigotos indeseados de que disponíamos era el cálculo de la **consanguinidad**, pero con los recursos y conocimientos actuales ya no es un buen indicador por sí solo. A nivel práctico la **consanguinidad** nos sirve para valorar la probabilidad de que en un *loci* (gen) determinado en la ternera futura tenga los

dos alelos idénticos (homocigosis) por descendencia. Así que a la consanguinidad le da igual que el animal resultante de un emparejamiento tenga características favorables o desfavorables. En un cruce donde los alelos de la Beta-Caseína sean homocigotos, sea A1A1 o A2A2, para la consanguinidad será lo mismo. A nivel práctico, sin embargo, no es lo mismo y aquí aparece una de las muchas ventajas que nos aportan la genómica y los planes de mejora genética.

Mediante el uso de la genómica podemos controlar los genes/secuencias indeseadas y con la combinación con programas de acoplamientos complejos, podemos filtrar ciertas áreas del genoma. Un ejemplo sería la Beta-Caseína, pero tenemos otros importantes como los conocidos haplotipos. A estos genes/secuencias les aplicamos un filtro al hacer un acoplamiento y así podemos evitar cruces entre animales portadores. Este es un mecanismo de control de la consanguinidad no deseada de manera eficiente. Es crucial ya que podremos focalizar la consanguinidad en los caracteres productivos de interés y aquí está la gran diferencia. No es lo mismo un animal con un 10% de consanguinidad dentro un plan de mejora genética completo, controlado mediante genealogía, genotipado y usando un programa de acoplamientos severo, que un 10% de consanguinidad que viene simplemente de la genealogía, en mu-



chos casos una genealogía que controla solo las últimas 3 generaciones. **Es importante remarcar que el coeficiente de consanguinidad de un animal resultante del cruce de dos progenitores A1A2, será igual tanto si obtenemos un animal A1A1 o uno A2A2, ya que los dos serían homocigotos por este gen.**

Evidentemente, es mejor llevar el control de la consanguinidad de una manera simple que no hacer nada, pero a día de hoy ya tenemos herramientas potentes para ir más allá. La inseminación artificial también tuvo sus detractores, pero a día de hoy nadie duda de su gran contribución en la mejora genética de las ganaderías. Las nuevas técnicas necesitan un tiempo para implantarse en el sector, pero aplicarlas precozmente te dan ventaja sobre el resto.

Metodología de análisis

Es fácil exponer las ventajas de la genómica, pero lo complejo es cómo gestionar tantos datos para tomar decisiones sobre nuestras granjas y

animales. Evidentemente planteamos un asesoramiento de una manera sistemática, simple y sin estar horas y horas filtrando datos. También tenemos el apoyo de la bibliografía actual que ya demuestra el mayor progreso genético con el uso de la técnica del genotipado (3).

Mediante el uso de estas 2 medidas estadísticas y un modelo matemático (Promedio, Desviación Típica y Distribución Normal) podemos analizar y graficar la distribución de los potenciales genéticos de una ganadería.

Cogemos los datos de las valoraciones individuales y los relacionamos entre ellos para ubicar cada animal en una posición respecto a sus compañeras (Gráfico 1). Cada punto es un animal ubicado en la posición que le corresponde por su potencial genético (ICO o GICO) y su probabilidad matemática en relación a sus compañeras mediante la Distribución normal (P.NORMAL).

Podemos añadirle complejidad y hacer este análisis por cada generación y relacionarlos entre sí. Aplicando esta segregación por grupos y con el seguimiento temporal, podremos valorar el progreso genético de una ganadería (Gráfico 2). Para mí este es el punto clave, aparte de que

Gráfico 1

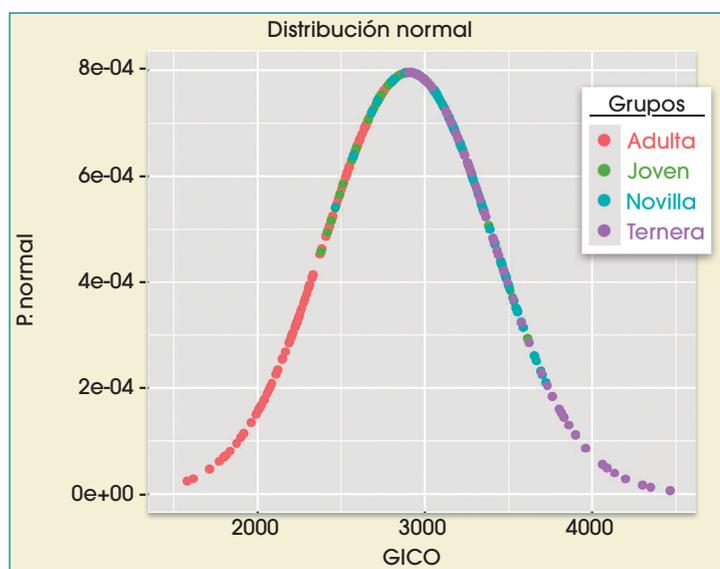
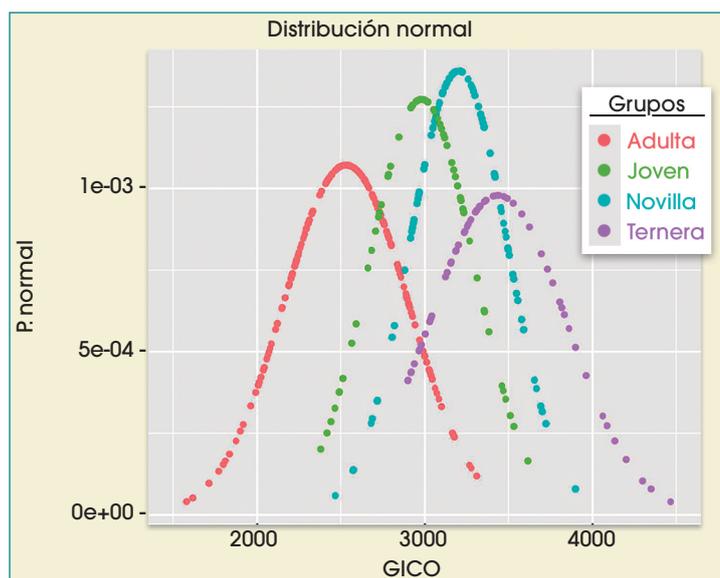


Gráfico 2



Genómica, mucho más que una moda

también veremos el efecto de nuestras decisiones de una manera gráfica, objetiva y comparable. Con una escala de colores hemos identificado los animales por grupos (Vacas adultas, Vacas Jóvenes, Novillas y Terneras), así podemos valorar cómo está cada animal respecto a su generación y/o respecto al resto de la ganadería.

Este análisis está hecho con GICO, pero se puede hacer para cualquier carácter de interés para el ganadero, la mecánica es la misma. Con el genotipado tenemos muchos caracteres donde escoger, además con una alta fiabilidad en algunos de ellos. Hay ganaderos interesados en analizar los IMÉT, otros los kg Leche, IGT u otros sólidos. Lo más difícil es saber lo que quieres, ya que el mercado ofrece muchos estímulos. Yo recomiendo usar siempre un índice combinado para el control de la ganadería y uno específico para el seguimiento de la selección deseada.

Gráfico 3 (Granja A)

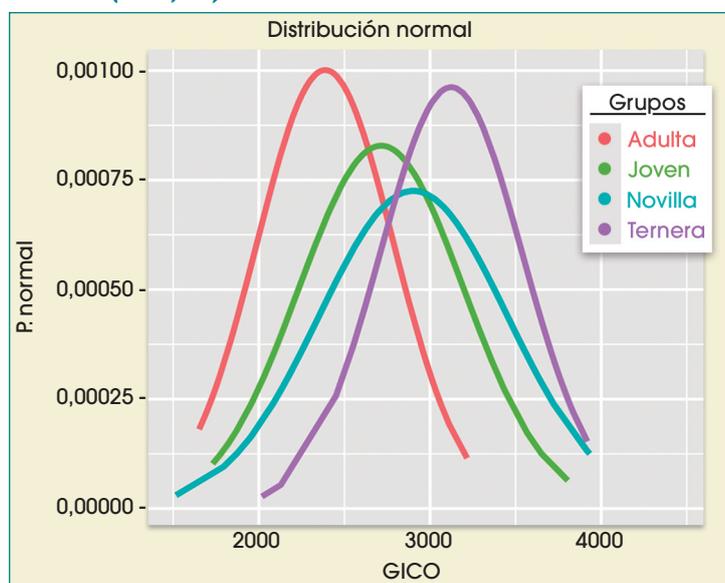
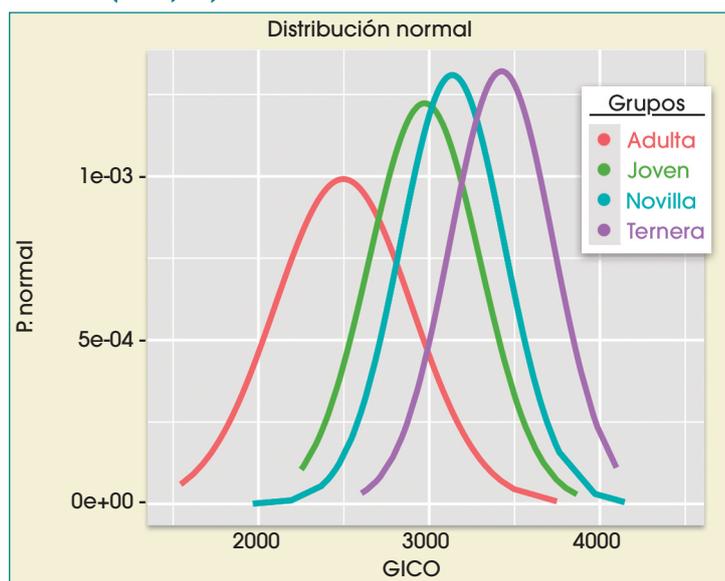


Gráfico 4 (Granja B)



Estos datos que se muestran en el artículo, junto con el refuerzo de los estudios recientes son la demostración del valor que aporta la genómica al sector si se trabajan los datos y se aplican planes de mejora genética específicos para la toma de decisiones.

En el servicio explicamos al ganadero que mejorar en muchos caracteres a la vez es poco realista y es recomendable poner el foco en sus puntos débiles. Estos los obtenemos tras analizar su ganadería con un análisis previo.

Resultados

Muchas veces asumimos que cada generación es

mejor que la anterior y observando solo la media es cierto, pero lo primero que llama la atención es que no todas las terneras o novillas son mejores que las vacas (Gráfico 2). El mismo análisis se puede realizar por IMÉT, Kg de Leche (VGD_KL/GEBV_KL) o sólidos y obtenemos resultados muy parecidos, al final da igual qué carácter evalúes. Muchas de nuestras vacas primerizas y algunas adultas tienen mejores potenciales genéticos respecto a un alto porcentaje de nuestras novillas y terneras.

Observar que hay muchos animales que tienen menor potencial que animales de 2 generaciones atrás, aun siendo inseminados con sementales más contemporáneos y mejorantes, da que pensar. Esto sucede en el 100% de las ganaderías a no ser que tengan un plan completo de mejora genética (donde se reduce el porcentaje) o eliminen animales por sus índices genéticos, donde ya aplicaríamos un sesgo.

Seguiremos el análisis planteando una **Estrategia reproductiva**, con los datos de la ganadería y los índices reproductivos. Esto nos permitirá trazar un plan para obtener el número de recría necesario y llegar a nuestro censo deseado, esto sí, de los animales que tengan mayor potencial genético. En las ganaderías pequeñas se puede llevar un control más personalizado, pero la herramienta es aplicable a todo tamaño de ganadería ya que incluye la sistematización de la toma de decisiones. Solo recordar que la recría es el segundo coste de las explotaciones lecheras.

Para cerrar me gustaría mostrar dos ejemplos donde se puede apreciar el efecto de la toma de decisiones con la genómica.

La diferencia es abismal entre la Granja A y la Granja B, obteniendo un progreso más marcado y con una mayor homogeneización de los grupos en la segunda. Si observamos la Granja A (Gráfico 3), las diferencias dentro de los grupos de animales son más amplias -campanas anchas- y además tenemos un volumen de animales mayor con potenciales genéticos por debajo las vacas adultas (línea roja). Aun así, este ganadero ha realizado un cambio de forma de trabajar en la última generación (línea morada), usando la genómica para la toma de decisiones. Este cambio ya ha revertido la tendencia y este es el objetivo de nuestra asesoría. En la Gráfica 4 (Granja B) tenemos un avance más rápido y direccionado, ya que el ganadero hace presión de selección vía materna. Es difícil apreciar cambios al inicio, ya que cuesta un tiempo obtener los resultados para poder apreciarlos. Aun así, ya se ve en los análisis que las ganaderías que trabajan los datos, obtienen mayor progreso.

Conclusión

Estos datos que se muestran en el artículo, junto con el refuerzo de los estudios recientes (4)

son la demostración del valor que aporta la genómica al sector si se trabajan los datos y se aplican planes de mejora genética específicos para la toma de decisiones. Tener grupos homogéneos permite tener una línea de trabajo más fácil y clara, permitiéndonos focalizar en el grupo. Evidentemente sin olvidar las debilidades de cada animal, para esto trabajamos con programas de acoplamientos. Cada ganadero seleccionará en función de sus intereses y esto no impacta de la misma forma en el potencial genético global (ICO/GICO), pero si analizamos nuestros objetivos de selección, sí que tendrá el mismo patrón de progreso. Por esto siempre digo que el índice combinado (GICO/IMET) es una guía, y no es lo único a monitorizar en un programa de mejora genética. A modo resumen tenemos que tener claro que el uso de estas nuevas técnicas y de las herramientas asociadas nos tiene que permitir avanzar más y con más fiabilidad. Algunos ya lo han hecho y sus resultados están a la vista.

Para concluir, me gustaría recordar el clásico que en genética no hay que olvidar nunca: **el Fenotipo es el resultado de la combinación del Genotipo con el Ambiente**. Últimamente nos estamos focalizando en el potencial genético, que cada vez es más importante en un sector muy competitivo y profesionalizado. Hay que tener presente que controlamos nuestras ganaderías y su ambiente con amplias pautas de manejo. Aun así, el ambiente es de vital importancia, no solo para el desarrollo del potencial genético, sino también para su expresión. Un tema este que llevaría a los más interesados en estas cuestiones a saber más de la **Epigenética**, otro campo que también daría mucho de qué hablar...



Bibliografía

- (1) Ashwell M, Heyen D, Sonstegard T, Van Tassell C, Da Y, VanRaden P, Ron M, et al. (2004) Detection of quantitative trait loci affecting milk production, health and reproductive traits in Holstein cattle. *J Dairy Sci* 87:468-75.
- (2) Revista frisona española, núm. 239, páginas 46 y 47.
- (3) Jeremy F. Taylor, Kristen H. Taylor, and View ORCID Profile Jared E. Decker (2016) Holsteins are the genomic selection poster cows. *PNAS* July 12, 2016 113 (28) 7690-7692; first published June 29, 2016 <https://doi.org/10.1073/pnas.1608144113>.
- (4) Adriana García-Ruiz, John B. Cole, Paul M. VanRaden, George R. Wiggans, Felipe J. Ruiz-López, and Curtis P. Van Tassell (2016) Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection. *PNAS* July 12, 2016 113 (28) E3995-E4004; first published June 27, 2016 <https://doi.org/10.1073/pnas.1519061113>.

10 razones PARA GENOTIPAR CON LA ASOCIACIÓN

1
El precio: por solo 30 € tengo toda la información de las terneras genotipadas. Además, con el incrementado del número de evaluaciones, los animales pueden tener su prueba con menos edad.

2
Confirmando la genealogía y se arreglan errores, si los hubiera, ya que el genotipo permite identificar correctamente más del 95% de las muestras problemáticas.

3
Las hembras se reevalúan tres veces al año, lo que permite incorporar toda esa nueva información y que la prueba sea lo más fiable en cada momento de su vida.

4
Las evaluaciones de mis vacas superarán el 80% de fiabilidad, lo que permitirá mejorar también las valoraciones de su descendencia tanto antes de genotiparse como posteriormente.

5
Es la única evaluación genómica que puede incorporar la información de la granja a través de la combinación con la prueba tradicional. Así tiene en cuenta cómo se comporta esa familia de vacas en mi explotación.

6
Cada año aumenta la información de recesivos y de otras características genéticas importantes.

7
Tendré mis animales evaluados para todos los nuevos caracteres que se evalúen y de todos los índices que se publiquen, porque los genotipos estarán integrados en la base de datos de la Asociación.

8
Toda la información se actualiza automáticamente en el CONAFEMAT y está disponible para usarla en cualquier programa de acoplamientos.

9
Puedo comparar el nivel de mis animales con el resto de la población a través de la información que proporciona la Asociación.

10
Soy el dueño del genotipo.

Servicio de Genotipado

Tlf.: 91 895 24 12 / 62 / 68

conafe@conafe.com • www.conafe.com

CONAFE