



Genómica e índices

Partiendo de la premisa de que estamos ya en la era “posgenómica” y teniendo en cuenta que el proceso de selección de vacuno lechero debe ser guiado a través de índices de selección de la industria, en este artículo tratamos de esclarecer cómo se determinan los objetivos de selección ideales y cómo se construyen esos índices antes de implementarlos en la granja para obtener los resultados esperados.

Roberto Barilli¹, Juan Cainzos²

¹Genetic Service Specialist. ABS Spain

²Global PLM GENeAdvance. ABS Global

Desde su introducción en el mercado, allá por los años 2009-2010, las herramientas de selección genómica han demostrado ser muy exitosas para la mejora a largo plazo y su rápida adopción en algunos mercados del mundo durante la última década ha duplicado la tasa de progreso genético en algunas poblaciones (Cole, 2021).

A pesar de parecer un tema innovador –y lo es–, debemos recordar las palabras del Dr. Peñagaricano en el XXVI Congreso Internacional Anembe (Córdoba, 2024), en el que recordaba a la audiencia que “estamos en la era posgenómica”, puesto que esta se indujo ya hace 15 años y, desde entonces, ya ha demostrado

muchos de los beneficios que se le atribuían:

- Su aplicación a la selección de vacuno lechero ha permitido una mejora significativa en la predicción biológica de diferentes rasgos genotípicos (Gutiérrez-Reinoso *et al.*, 2021).
- Esto ha llevado a un progreso significativo para los rasgos moderadamente heredables (producción), para los cuales se ha reportado hasta un aumento de progreso de entre un 50 y un 100 %.
- Ha llevado a un incremento de progreso aún mayor para los rasgos de baja heredabilidad (como la fertilidad de las hijas, recuento de células somáticas,

longevidad), con valores de hasta un 300-400 % de incremento.

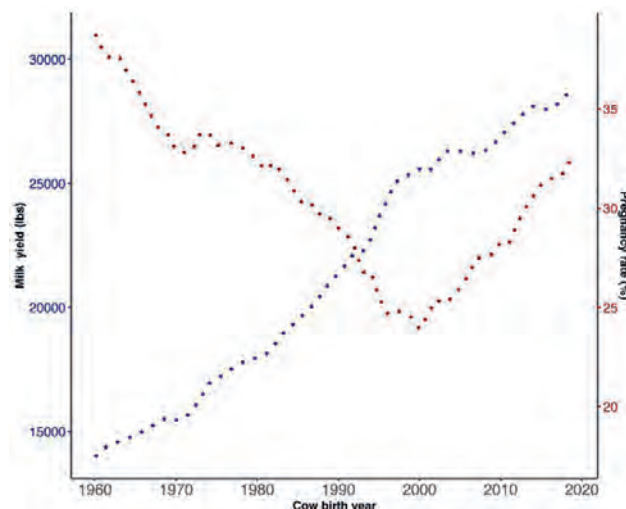
- Para rasgos como la fertilidad, la salud o la longevidad, la genómica ha conseguido invertir las tendencias genéticas de cero a valores favorables (Beavers y Van Doormaal, 2017).
- Todo esto ha llevado a un aceleramiento del progreso genético en general. Así, según datos del CDCB, el progreso medio en valores de NM\$ pasó de 23 puntos por año entre 1990 y 2009 a valores de 49 puntos por año en el período posgenómico comprendido entre 2010 y 2017 (<https://queries.uscdcb.com/eval/summary/trend.cfm>).



► TRABAJOS RECIENTES NOS RECUERDAN QUE LA GENÓMICA ES SOLO UNA HERRAMIENTA MÁS Y QUE EL PROCESO DE SELECCIÓN DEBE SER GUIADO A TRAVÉS DE ÍNDICES DE SELECCIÓN

- Gran parte de esta mejora se debe al hecho de que permite, junto con la aparición de la tecnología de sexado, mejorar la precisión de selección vía madre.
- También permite un mejor control de haplotipos y caracteres negativos, y la selección por caracteres específicos, como A2A2, BB o acornes.
- Solucionar problemas de identificación.
- Y, sobre todo, simplificar el trabajo y **medir de manera objetiva**.

Gráfica 1. Relación entre la producción de leche y la tasa de preñez de las hijas en vacas holstein de EE. UU.



Fuente: <https://uscdcb.com/impact/>

Esto ha generado diferencias considerables en los ratios de progreso genético en las ganaderías en función de cómo de rápido adoptan

las tecnologías reproductivas e incrementó mucho la diferencia entre las “mejores” y las “peores”. En un trabajo publicado en 2019 en la ►

El nuevo estándar de carros mezcladores

Máxima tecnología y rendimiento único para un **servicio integral**

CARROS MEZCLADORES

(1-3 sinfines)



Autopropulsados
24 modelos
de 11 a 36 m³

Arrastrados
24 modelos
de 9 a 46 m³

Estacionarios
7 modelos
de 11 a 46 m³



Preparación automatizada de la mezcla

Homogeneidad perfecta

Bajo consumo

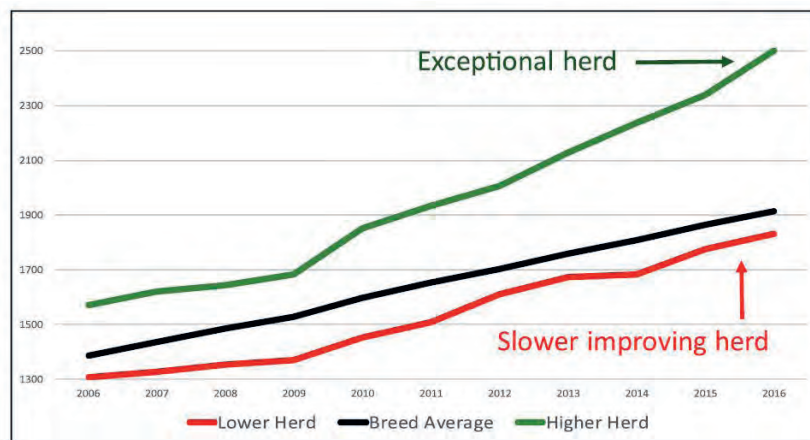


faresin.com

Innovadora tecnología NIR de medición de la homogeneidad integrada en el mezclador o portátil

► LA DIFERENCIA ENTRE EL INCREMENTO MEDIO DE LAS GRANJAS QUE MÁS PROGRESABAN FRENTE A LAS QUE MENOS PASÓ DE 184 A 360 PUNTOS DE TPI

Gráfica 2. Evolución del TPI medio entre las granjas de rápido progreso genético y las de baja velocidad de progreso genético



Fuente: : https://www.holsteinusa.com/pdf/pulse/oo0idhvPulseFull487uvdfhv/pulse_2019_spring_full.pdf

revista *The Holstein Association USA* (The Pulse, 2019) constatan cómo las diferencias en términos de mérito genético medio de las granjas de un rebaño se habían doblado en los 8 años anteriores. Usando el TPI como índice, en el período pregenómico 2002-2010 el valor medio de una vaca registrada se había incrementado de media en 300 puntos de TPI. Desde la introducción de la genómica, durante el período 2010-2018, la media de crecimiento de TPI fue de 478 puntos. Pero, como decíamos anteriormente, la diferencia entre el incremento medio de las granjas que más progresaban frente a las que menos pasó de 184 a 360 puntos de TPI. La separación entre las granjas había aumentado (gráfica 2).

Así, los principales países productores de leche, como Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña, Irlanda, Nueva Zelanda, Australia, Francia, Países Bajos, Alemania y los países escandinavos, han implementado evaluaciones genómicas en sus programas de mejoramiento, lo que ha provocado cambios significativos en la industria lechera mundial (Weller *et al.*, 2017).

ÍNDICES DE SELECCIÓN

A pesar de los beneficios demostrados, trabajos recientes nos recuerdan que la genómica es solo una herramienta más y que el proceso de selección debe ser guiado a través de índices de selección. Así, según Cole *et al.*, 2021 (director de I+D, CDCB, USA), los “índices de selección son herramientas esenciales en la cría

moderna de ganado lechero porque permiten combinar información sobre muchos rasgos en un único valor para clasificar a los animales y tomar decisiones de selección”.

Pero algo más complejo que subyace detrás de esta estrategia es cómo se determinan los objetivos de selección ideales, cómo se construye ese índice. Sigue siendo una respuesta compleja y se discute con frecuencia en la literatura científica y popular (p. ej., Hazel *et al.*, 1994; Philipsson *et al.*, 1994; VanRaden, 2004; Miglior *et al.*, 2005; Shook, 2006; Miglior *et al.*, 2017; Cole y VanRaden, 2018; Binversie, 2019; Dechow, 2020; Schmidt, 2020). En ese mismo artículo Cole *et al.* (2021) afirman que no existe un único objetivo de selección que sea ideal para todas las poblaciones o todos los rebaños dentro de una población, pero que hay un conjunto general de principios que se debieran seguir al desarrollar un índice (p. ej., Cameron, 1997).

Gracias a la colaboración entre entidades públicas, asociaciones de ganado lechero de pura raza, productores y entidades privadas hoy disponemos de numerosos índices de selección en la industria como el Net Merit (NM\$, CDCB), Total Performance Index (TPI, Holstein Assoc. USA), Cheese Merit (CM\$, CDCB), Dairy Wellness Profit Index (DWPI\$, Zoetis), Lifetime Performance Index (LPI) o IMET leche (Conafe).

Dado que han sido desarrollados por investigadores y son científicamente sólidos, los ganaderos pueden confiar en índices de la industria que

los pueden ayudar con su selección genética. Sin embargo, se debe tener en cuenta que su uso mejorará los rasgos importantes para el rebaño nacional promedio, pero posiblemente no tan rápido en los rasgos que lo son para cada rebaño en particular.

Los índices de selección nacional se basan necesariamente en el supuesto de que los ingresos y los gastos son similares para todos los agricultores. Esto puede haber sido cierto cuando las granjas eran similares entre sí en términos de tamaño y gestión, pero ahora hay interacciones considerables entre el tamaño del rebaño y la gestión del rebaño.

Simplemente como ejemplo de la dispersión, el 55,3 % de los rebaños pequeños de EE. UU. (de 30 a 99 vacas) son rebaños con sistemas de confinamiento convencionales y el 5,1 % son granjas en pastoreo. No obstante, en el segmento de rebaños grandes (de 500 vacas o más), el 93,8 % son explotaciones convencionales y el 0,7 % explotaciones de pastoreo (USDA, 2014). Además de estas diferencias en la alimentación y el manejo, algunas explotaciones también tienen fuentes de ingresos relacionadas con la venta de genética de élite (como embriones o terneros) o la producción de productos orgánicos certificados. Dada esta diversidad, es comprensible que algunos agricultores prefieran un índice adaptado a su situación individual.

Los primeros índices personalizados en la granja fueron diseñados por McGilliard y Clay (1983), quienes

► UNA EXPLOTACIÓN PUEDE OBTENER UN ÍNDICE DE SELECCIÓN PERSONALIZADO QUE SATISFAGA MEJOR SUS NECESIDADES QUE LOS ÍNDICES DE SELECCIÓN ESTÁNDAR, PERO, ANTES DE IMPLEMENTARLO, SE DEBEN DETERMINAR CON CLARIDAD LOS RESULTADOS ESPERADOS

desarrollaron una herramienta de *software* para seleccionar grupos de toros para cumplir con los objetivos individuales. Bowman *et al.* (1996) desarrollaron índices personalizados para los productores lecheros australianos, pero no fueron ampliamente adoptados. Además del crecimiento en la cantidad de índices discutidos anteriormente, existe un creciente interés en los índices personalizados en la granja (Dickrell, 2017). Hoy en día, muchas explotaciones tienen acceso a computadoras potentes e Internet de banda ancha o celular, lo que les brinda la capacidad de transferir datos y realizar cálculos en la granja, aunque el acceso a banda ancha aún está rezagado en muchas áreas rurales (Federal Communications Commission, 2018). Según reportan Cole *et al.* (2021), algunas lecherías han estado aprovechando el acceso a estas herramientas para desarrollar sus propios objetivos de selección. Dichos autores describen ejemplos de ganaderías grandes de USA (>10.000 vacas) que utilizan su propio índice personalizado para clasificar a los toros para la cría. Su índice pone más énfasis en la fertilidad, la vida productiva, las ubres y la movilidad que NM\$, dado que consideran que sus efectos en la rentabilidad de su rebaño son mejores.

Por lo tanto, un índice personalizado le ofrece al ganadero la posibilidad de poder personalizar la selección de rasgos en función de su mercado lechero, la salud de su rebaño, las instalaciones y el estilo comercial.

Así, esta herramienta actúa como un “GPS” para el progreso genético de su rebaño porque proporciona las direcciones para alcanzar su potencial genético. Lo más valioso que le brinda un índice personalizado es el control sobre la elección de los rasgos en los que desea centrarse y su ponderación de importancia en su sistema.

Con todo, hay ciertos desafíos a la hora de seleccionar un índice personalizado. En una entrevista con Paul VanRaden publicada en la edición de agosto de 2018 del Council on Dairy Cattle Breeding Connection, afirma: “Los productores pueden creer que el progreso genético debería ser más rápido si la selección se centra en uno o unos pocos rasgos. Sin embargo, debido a que muchos rasgos afectan la rentabilidad, la ganancia total generalmente aumenta cuando se incluyen más rasgos en el índice de selección si las evaluaciones son precisas y se utilizan valores económicos correctos”.

Así, se ha observado en otras publicaciones que los índices personalizados pueden dar como resultado una sobreestimación o subestimación del valor de un rasgo específico e ignorar el impacto que tienen las correlaciones de rasgos en el progreso genético.

En definitiva, los índices personalizados deben abordarse con cautela. Es posible que una explotación obtenga un índice de selección personalizado que satisfaga mejor sus necesidades que los índices de selección estándar. Sin embargo, antes de implementarlo, se deben determinar con claridad los resultados esperados. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Gutiérrez-Reinoso *et al.*, 2021. Genomic Analysis, Progress and Future Perspectives in Dairy Cattle Selection: A Review. *Animals* 2021, 11, 599. <https://doi.org/10.3390/ani11030599>
- Weller *et al.*, 2017. Invited review: A perspective on the future of genomic selection in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2017, 100, 8633–8644.
- The Pulse, 2019. Holstein Association USA. Visitado el 3/12/2024. https://www.holsteinusa.com/pdf/pulse/000idhvPulseFull487uvchv/pulse_2019_spring_full.pdf.
- Cole *et al.*, 2021. Invited review: The future of selection decisions and breeding programs: What are we breeding for, and who decides? *J. Dairy Sci.* 104:5111–5124. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19777>
- Federal Communications Commission. 2018. 2018 Broadband Deployment Report. Federal Communications Commission
- Dickrell, J. 2017. Build Your Own Sire Index. Visitado el 3/12/2024. <http://www.dairyherd.com/magazine/build-your-own-sire-index>
- Bowman *et al.*, 1996. Customized selection indices for dairy bulls in Australia. *Anim. Sci.* 62:393–403. <https://doi.org/10.1017/S1357729800014946>
- McGilliard, M. L., and J. S. Clay. 1983. Selecting groups of sires by computer to maximize herd breeding goals. *J. Dairy Sci.* 66:647–653. [https://doi.org/10.3168/jds.S00220302\(83\)81839-6](https://doi.org/10.3168/jds.S00220302(83)81839-6)
- Hazel *et al.*, 1994. The selection index—then, now, and for the future. *J. Dairy Sci.* 77:3236–3251.
- Philipsson *et al.*, 1994. Present and future uses of selection index methodology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 77:3252–3261.
- VanRaden, 2004. Invited review: Selection on net merit to improve lifetime profit. *J. Dairy Sci.* 87:3125–3131.
- Miglior *et al.*, 2005. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.* 88:1255–1263.
- Shook, 2006. Major advances in determining appropriate selection goals. *J. Dairy Sci.* 89:1349–1361.
- Miglior *et al.*, 2017. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.* 88:1255–1263
- Cole y VanRaden, 2018. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. *J. Dairy Sci.* 101:3686–3701
- Binversie, 2019. Choosing the Index That Meets Your Dairy's Needs. A Visitado el 3/12/2024. <https://www.progressivedairy.com/topics/a-i-breeding/choosing-the-index-that-meets-your-dairy-s-needs>
- Dechow, 2020. Do Indexes Actually Predict Profitability? Visitado el 3/12/2024. <https://hoards.com/article-28360-do-indexes-actually-predict-profitability.html>
- Schmidt, 2020. Breeding for the Post-COVID-19 Cow. Visitado el 3/12/2024do. <https://www.progressivedairy.com/topics/a-i-breeding/breeding-for-the-post-covid-19-cow>
- Cameron, 1997. Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding. CAB International.