



Xenómica e índices

Partindo da premisa de que estamos xa na era “posxenómica” e tendo en conta que o proceso de selección de vacún leiteiro debe ser guiado a través de índices de selección da industria, neste artigo tratamos de esclarecer como se determinan os obxectivos de selección ideais e como se constrúen os índices antes de implementalos na granxa para obter os resultados esperados.

Roberto Barilli¹, Juan Cainzos²

¹Genetic Service Specialist. ABS Spain

²Global PLM GENEadvance. ABS Global

Desde a súa introdución no mercado, alá polos anos 2009-2010, as ferramentas de selección xenómica demostraron ser moi exitosas para a mellora a longo prazo e a súa rápida adopción nalgúns mercados do mundo durante a última década duplicou a taxa de progreso xenético nalgúns poboacións (Cole, 2021).

A pesar de parecer un tema innovador –e o é–, debemos lembrar as palabras do Dr. Peñagaricano no XXVI Congreso Internacional Anembe (Córdoba, 2024), no que lle lembraba á audiencia que “estamos na era posxenómica”, posto que esta se

induciu xa hai 15 anos e, desde entón, xa demostrou moitos dos beneficios que se lle atribuían:

- A súa aplicación á selección de vacún leiteiro permitiu unha mellora significativa na predición biolóxica de diferentes trazos xenotípicos (Gutiérrez-Reinoso *et al.*, 2021).
- Isto levou a un progreso significativo para os trazos moderadamente herdables (produción), para os cales se reportou ata un aumento de progreso de entre un 50 e un 100 %.
- Levou a un incremento de progreso aínda maior para os trazos de

baixa herdabilidade (coma a fertilidade das fillas, reconto de células somáticas, lonxevidade...), con valores de ata un 300-400 % de incremento.

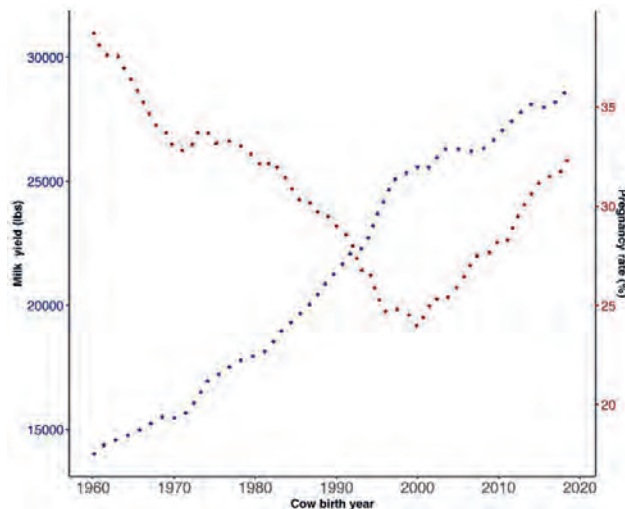
- Para trazos como a fertilidade, a saúde ou a lonxevidade, a xenómica conseguiu inverter as tendencias xenéticas de cero a valores favorables (Beavers e Van Doormaal, 2017).
- Todo isto levou a un aceleramento do progreso xenético en xeral. Así, segundo datos do CDCB, o progreso medio en valores de NM\$ pasou de 23 puntos por ano entre 1990 e 2009 a valores

► TRABALLOS RECENTES LÉMBRANNOS QUE A XENÓMICA É SÓ UNHA FERRAMENTA MÁIS E QUE O PROCESO DE SELECCIÓN DEBE SER GUIADO A TRAVÉS DE ÍNDICES DE SELECCIÓN

de 49 puntos por ano no período posxenómico comprendido entre 2010 e 2017 (<https://queries.uscdcb.com/eval/summary/trend.cfm>).

- Gran parte desta mellora débese ao feito de que permite, xunto coa aparición da tecnoloxía de sexado, mellorar a precisión de selección vía nai.
- Tamén permite un mellor control de haplotipos e caracteres negativos, e a selección por caracteres específicos, como A2A2, BB ou acornes.

Gráfica 1. Relación entre a produción de leite e a taxa de preñez das fillas en vacas holstein dos EE. UU.



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

- Solucionar problemas de identificación.
- E, sobre todo, simplificar o traballo e **medir de maneira obxectiva**.

Isto xerou diferenzas considerables na ratio de progreso xenético nas ganderías en función de como de rápido adoptan as tecnoloxías ►

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

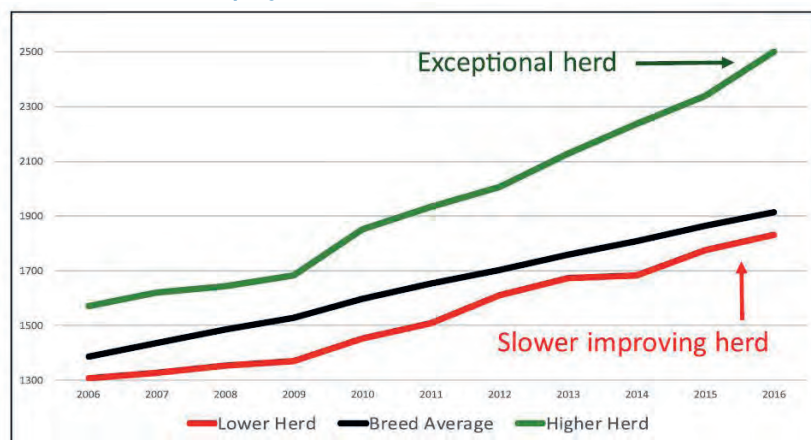


faresin.com

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

► A DIFERENZA ENTRE O INCREMENTO MEDIO DAS GRANXAS QUE MÁIS PROGRESABAN FRONTE ÁS QUE MENOS PASOU DE 184 A 360 PUNTOS DE TPI

Gráfica 2. Evolución do TPI medio entre as granxas de rápido progreso xenético e as de baixa velocidade de progreso xenético



Fonte: https://www.holsteinusa.com/pdf/pulse/oo0idhvpulseFull487uvchv/pulse_2019_spring_full.pdf

reprodutivas e incrementou moito a diferenza entre as “mellores” e as “peores”. Nun traballo publicado en 2019 na revista *The Holstein Association USA* (The Pulse, 2019) constatan como as diferenzas en termos de mérito xenético medio das granxas dun rabaño se dobrara nos oito anos anteriores. Usando o TPI como índice, no período prexénomico 2002-2010 o valor medio dunha vaca rexistrada incrementouse de media en 300 puntos de TPI. Desde a introdución da xenómica, durante o período 2010-2018, a media de crecemento de TPI foi de 478 puntos. Pero, como dicíamos anteriormente, a diferenza entre o incremento medio das granxas que máis progresaban fronte ás que menos pasou de 184 a 360 puntos de TPI. A separación entre as granxas aumentara (gráfica 2).

Así, os principais países produtores de leite, como Os Estados Unidos, O Canadá, Gran Bretaña, Irlanda, Nova Zelandia, Australia, Francia, Os Países Baixos, Alemaña e os países escandinavos, implementaron avaliacións xenómicas nos seus programas de melloramento, o que provocou cambios significativos na industria leiteira mundial (Weller *et al.*, 2017).

ÍNDICES DE SELECCIÓN

Malia os beneficios demostrados, traballos recentes lémbrennos que a xenómica é só unha ferramenta máis e que o proceso de selección debe ser guiado a través de índices de selección. Así, segundo Cole *et al.*, 2021

(director de I+D, CDCB, USA), os “índices de selección son ferramentas esenciais na cría moderna de gando leiteiro porque permiten combinar información sobre moitos trazos nun único valor para clasificar os animais e tomar decisións de selección”.

Pero algo máis complexo que subxace detrás desta estratexia é como se determinan os obxectivos de selección ideais, como se constrúe ese índice. Segue a ser unha resposta complexa e discútese con frecuencia na literatura científica e popular (p. ex., Hazel *et al.*, 1994; Philipsson *et al.*, 1994; VanRaden, 2004; Miglior *et al.*, 2005; Shook, 2006; Miglior *et al.*, 2017; Cole e VanRaden, 2018; Binversie, 2019; Dechow, 2020; Schmidt, 2020). Nese mesmo artigo Cole *et al.* (2021) afirman que non existe un único obxectivo de selección que sexa ideal para todas as poboacións ou todos os rabaños dentro dunha poboación, pero que hai un conxunto xeral de principios que se deberían seguir ao desenvolver un índice (p. ex., Cameron, 1997).

Grazas á colaboración entre entidades públicas, asociacións de gando leiteiro de pura raza, produtores e entidades privadas, hoxe dispoñemos de numerosos índices de selección na industria como a Net Merit (NM\$, CDCB), Total Performance Index (TPI, Holstein Assoc. USA), Cheese Merit (CM\$, CDCB), Dairy Wellness Profit Index (DWP\$, Zoetis), Lifetime Performance Index (LPI) ou IMET leite (Conafe).

Dado que foron desenvolvidos por investigadores e son cientificamente

sólidos, os gandeiros poden confiar en índices da industria que os poden axudar coa súa selección xenética. No entanto, débese ter en conta que o seu uso mellorará os trazos importantes para o rabaño nacional medio, pero posiblemente non tan rápido nos trazos que o son para cada rabaño en particular.

Os índices de selección nacional baséanse necesariamente no caso de que os ingresos e os gastos son similares para todos os agricultores. Isto pode ser certo cando as granxas eran similares entre si en termos de tamaño e xestión, pero agora hai interaccións considerables entre o tamaño do rabaño e a xestión do rabaño.

Simplemente como exemplo da dispersión, o 55,3 % dos rabaños pequenos dos EE. UU. (de 30 a 99 vacas) son rabaños con sistemas de confinamento convencionais e o 5,1 % son granxas en pastoreo. Non obstante, no segmento de rabaños grandes (de 500 vacas ou máis), o 93,8 % son explotacións convencionais e as 0,7 % explotacións de pastoreo (USDA, 2014). Ademais destas diferenzas na alimentación e o manexo, algunhas explotacións tamén teñen fontes de ingresos relacionadas coa venda de xenética de elite (como embrións ou xatos) ou a produción de produtos orgánicos certificados. Dada esta diversidade, é comprensible que algúns agricultores prefiran un índice adaptado á súa situación individual.

Os primeiros índices personalizados na granxa foron deseñados por McGilliard e Clay (1983), os cales

► UNHA EXPLOTACIÓN PODE OBTENIR UN ÍNDICE DE SELECCIÓN PERSONALIZADO QUE SATISFAGA MELORES AS SUAS NECESIDADES QUE OS ÍNDICES DE SELECCIÓN ESTÁNDAR, PERO, ANTES DE IMPLEMENTALO, DÉBENSE DETERMINAR CON CLARIDADE OS RESULTADOS ESPERADOS

desenvolveron unha ferramenta de software para seleccionar grupos de touros para cumprir cos obxectivos individuais. Bowman *et al.* (1996) desenvolveron índices personalizados para os produtores leiteiros australianos, pero non foron amplamente adoptados. Ademais do crecemento na cantidade de índices discutidos anteriormente, existe un crecente interese nos índices personalizados na granxa (Dickrell, 2017). Hoxe en día, moitas explotacións teñen acceso a computadoras potentes e Internet de banda ancha ou celular, o que lles brinda a capacidade de transferir datos e realizar cálculos na granxa, malia que o acceso a banda ancha aínda está atrasado en moitas áreas rurais (Federal Communications Commission, 2018). Segundo reportan Cole *et al.* (2021), algunhas leiterías estiveron aproveitando o acceso a estas ferramentas para desenvolver os seus propios obxectivos de selección. Os devanditos autores describen exemplos de ganderías grandes de USA (>10.000 vacas) que utilizan o seu propio índice personalizado para clasificar os touros para a cría. O seu índice pon máis énfase na fertilidade, a vida produtiva, os ubres e a mobilidade que NM\$, dado que consideran que os seus efectos na rendibilidade do seu rabaño son mellores.

Daquela, un índice personalizado ofrécelle ao gandeiro a posibilidade de poder personalizar a selección de trazos en función do seu mercado leiteiro, a saúde do seu rabaño, as instalacións e o estilo comercial.

Así, esta ferramenta actúa como un “GPS” para o progreso xenético do seu rabaño porque proporciona as direccións para alcanzar o seu potencial xenético. O máis valioso que lle brinda un índice personalizado é o control sobre a elección dos trazos nos que desexa centrarse e a súa ponderación de importancia no seu sistema.

Aínda así, hai certos desafíos á hora de seleccionar un índice personalizado. Nunha entrevista con Paul VanRaden publicada na edición de agosto de 2018 do Council on Dairy Cattle Breeding Connection, afirma: “Os produtores poden crer que o progreso xenético debería ser máis rápido se a selección se centra nun ou uns poucos trazos. Non obstante, debido a que moitos trazos lle afectan á rendibilidade, a ganancia total xeralmente aumenta cando se inclúen máis trazos no índice de selección se as avaliacións son precisas e se utilizan valores económicos correctos”.

Así, observouse noutras publicacións que os índices personalizados poden dar como resultado unha sobreestimación ou subestimación do valor dun trazo específico e ignorar o impacto que teñen as correlacións de trazos no progreso xenético.

En definitiva, os índices personalizados deben abordarse con cautela. É posible que unha explotación obteña un índice de selección personalizado que satisfaga mellor as súas necesidades que os índices de selección estándar. Daquela, antes de implementalo, débense determinar con claridade os 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/000idhvPulseFull487uvcfhv/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 3/12/2024. <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.