



Foto: Nacho Peón

Gandería Varela Labrada, Castro de Rei (Lugo)

A selección xenómica

Neste artigo imos tentar resumir os conceptos básicos da xenética e da xenómica, revisaremos como podemos implementar con facilidade o seu emprego nas ganderías e, sobre todo, falaremos dos beneficios que obteremos do seu uso.

Eugenia Peralta, Alfredo Suárez, Nacho Peón,
José M.ª San Miguel
Servizo Técnico de Ruminantes de Zoetis

Segundo se conta, un bo día, D. Miguel de Unamuno, escritor, filósofo e reitor da Universidade de Salamanca, estando cun alumno seu que se esforzaba moito nos seus estudos pero que apenas conseguía resultados académicos exitosos, dixo a famosa frase “O

que natura non dá, Salamanca non presta”. Noutras palabras, o que a xenética lle negara ao pobre estudante, non podía ser substituído pola mellor educación.

Valéndonos desta anécdota e permitíndonos a comparativa, poderíamos dicir que o mesmo nos ocorre coas nosas vacas, non podemos esperar grandes cantidades ou calidades na produción, nin unha longa vida útil, se a xenética da vaca adoece dos xenes necesarios para iso.

Seleccionar os animais mediante o seu valor xenómico para os trazos que nos interesan e descartar aqueles que non nos achegan valor é a clave no progreso xenético das nosas explotacións.

Sabemos que todas as células que forman un individuo conteñen no seu núcleo o mesmo material xenético en forma de ADN. Denominamos xene a un segmento dese ADN que vai definir ou formar parte na definición dun carácter fenotípico, por exemplo, a cor dos ollos. Se eu teño o marcador de cor de ollos verde, terei os ollos verdes, pero se teño o xene de ollos negros, os meus ollos serán negros. En realidade, todo isto é un pouco máis complexo, pero o máis importante é entender o concepto.

Por outra banda, ao conxunto de todos os xenes dun individuo ou dunha especie en particular denomínaselle xenoma e á ciencia que estuda ese xenoma co fin de predicir a función deses xenes e as interaccións que poidan ter entre eles, denomínase xenómica; dito doutra maneira, a xenómica estuda os xenes dun individuo para predicir os caracteres que vai desenvolver durante a súa vida.

► SELECCIONAR OS ANIMAIS MEDIANTE O SEU VALOR XENÓMICO PARA OS TRAZOS QUE NOS INTERESAN E DESCARTAR AQUELES QUE NON NOS ACHEGAN VALOR É A CLAVE NO PROGRESO XENÉTICO DAS NOSAS EXPLOTACIÓNS

Ata hai pouco, a única forma que tiñamos de predicir o potencial xenético dunha xovenca que nacece na nosa explotación era calculándoo con base na media dos seus pais (PA). Para iso faise a media conforme ás habilidades que teñan os seus pais para transmitir un carácter (a esas habilidades de transmisión denomínaselles PTA). Imos poñer un exemplo: se compramos o seme dun touro cunha PTA en leite de 1.000 e temos unha vaca cuxa PTA en leite é 500, poderemos calcular que o PA medio de todas as súas fillas será de 750 ($1.000 \text{ pai} + 500 \text{ nai} / 2 = 750$). Non obstante, sabemos que non todas as irmás completas (o mesmo pai e a mesma nai) van ser iguais nin van producir o mesmo nin van ter a mesma vida útil. As posibles combinacións entre os xenes dun touro e os dunha vaca pódennos chegar a dar 1.152.921.504.606.850.000 individuos distintos, que son irmáns completos, cun PA idéntico. Acertar nun cruzamento co individuo desexado é case tan difícil como pronunciar este número.

PROGRESO XENÉTICO

A primeira pregunta que unha persoa se debería facer antes de realizar un proxecto de mellora xenética no seu gando é: cal é o obxectivo que teño na miña granxa? Terei que saber se quero producir litros de leite ou mellorar as calidades ou, se cadra, o que busco é enfocar o futuro da miña explotación, aumentando a vida produtiva dos meus animais ou simplemente necesito seleccionar vacas que melloren a reprodución. Como ben se pode entender, cada granxa ten o seu obxectivo e a xenética e o xenómica son ferramentas que nos van axudar para mellorar o progreso xenético da poboación no menor tempo posible. Se un gandeiro quere seleccionar os seus animais por quilos de proteína e outro prefere facelo con base na conformación das patas e os ubres, debemos entender que un non é mellor có outro, simplemente que cada un deles ten os seus propios obxectivos e ambos se poderán apoiar na xenómica para acelerar o progreso xenético da súa gandería. ►►



EmbrioVet



EmbrioMarket

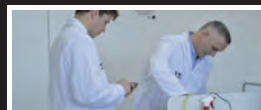
EMBRIOVET SL es un equipo veterinario especializado en servicios de transferencia embrionaria en ganado bovino de leche y de carne

Nuestras instalaciones en Betanzos incluyen un avanzado laboratorio de fecundación *in vitro*

Le ayudamos a desarrollar el programa genético de su explotación:

- **Diseño** del programa genómico
- **Creación de índices genéticos** personalizados
- **Asesoramiento genético completo.** Programa de acoplamientos
- **Programa de Transferencia de embriones:**
 - *Flushing* y transferencia o congelación de embriones
 - Producción de embriones *in vitro*: OPU-FIV
 - Programa de rescate genético
- **Comercio de embriones:**
 - Nacional
 - Importación/Exportación

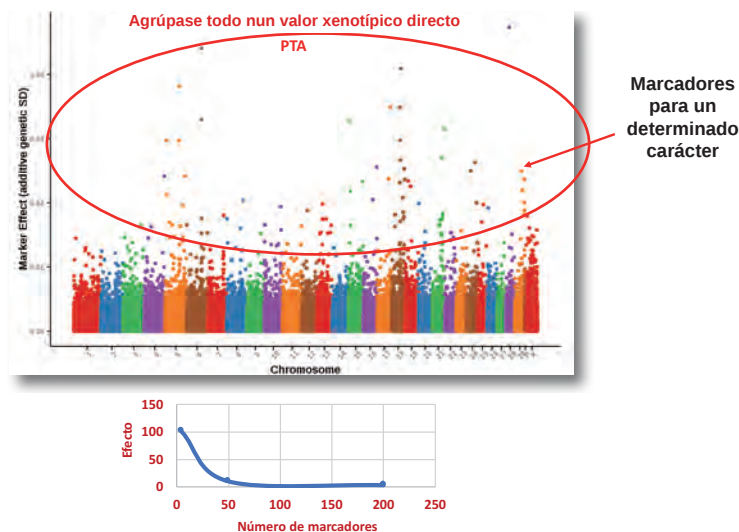
www.embriomarket.com
administracion@embriovet.com
 981 791 843 649 239 488



- 2 laboratorios móviles con base en Galicia
- Servicio en toda la península e islas españolas
- Veterinarios especializados en tecnologías reproductivas al más alto nivel

En nuestras instalaciones en Betanzos (A Coruña) ofrecemos toda la tecnología embrionaria, abarcando la fecundación *in vitro* en todas las facetas.

Figura 1. Distribución dos marcadores que actúan na taxa de embarazo das fillas en Holstein (DPR*)



*Polas súas siglas en inglés: Daughter Pregnancy Rate

Así, ten que quedar claro que o primeiro que debemos facer é coñecer os nosos obxectivos e, unha vez que os definimos e teñamos na man os resultados xenómicos da avaliación que fixemos, o seguinte paso é tomar as decisións de acordo con eses resultados. Os datos por si sós non teñen ningún valor; temos que saber que queremos facer con eles e, sobre todo, facelo. A toma de decisións é o único camiño que nos vai levar a ter os mellores animais no noso rabaño segundo o obxectivo establecido, é dicir, a xerar unha mellora xenética na nosa granxa.

NA PROCURA DA VACA IDEAL

Pero vaiaos ao gran. Imaxinemos que nos piden que definamos a vaca ideal para nós. Probablemente todos estaríamos de acordo en que buscaríamos un animal que producise moito leite, cunha alta porcentaxe en graxa e proteína e, postos a pedir, encantaríanos que esa vaca preñase ben, que non tivese enfermidades durante a súa vida produtiva e que fose o máis lonxeva posible. Se a isto lle engadimos unha tipoloxía a gusto cos nosos criterios, estaríamos seguramente diante da vaca perfecta. E agora vén a gran pregunta: como podo conseguir este ideal?

Imos tentar contestar esta pregunta por partes, pero antes de meter-nos en materia máis profunda, imos definir de maneira moi sinxela outros conceptos que non por sabidos convén repasar.

Diciamos antes que os xenes ou parte deles son segmentos de ADN que posúen todas as nosas células, os cales definen un carácter ou forman parte da definición dese trazo. Nalgúns casos un pequeno tramo dese ADN define un carácter, por exemplo, se eu teño o marcador de ollos negros, expresarei o carácter ollos negros. Da mesma forma, se unha vaca ten ou non o marcador de “cornos”, o animal expresará ou non ese carácter, é dicir, terá ou non terá cornos. Para entendelo imos poñer un símil: cando un xene define un trazo, compórtase como un interruptor; se está aceso, é dicir, se ten ese xene, o animal terá ese carácter, pero se non ten ese xene é coma se o interruptor estivese apagado e, polo tanto, o animal non o expresará. Ata aquí é moi sinxelo de entender, un trazo cualitativo pode estar definido por unha pequena parte do ADN e un animal pode ou non telo, pero imos complicar as cousas un pouco máis.

Hai algúns caracteres, denomínanse cuantitativos, por exemplo os litros de leite dunha vaca, que non están asociados a un só xene, senón que na definición dese carácter interveñen varios xenes. Igualmente ocorre, por exemplo, coa taxa de preñez das fillas (DPR), onde tere-mos varios xenes localizados nos 30 pares de cromosomas que posúen as vacas e, por tanto, todos eles forman parte da expresión dese carácter (figura 1).

▶ A PRIMEIRA PREGUNTA QUE UNHA PERSOA DEBERÍA FACERSE ANTES DE REALIZAR UN PROXECTO DE MELLORA XENÉTICA NO SEU GANDO É: CAL É O OBXECTIVO QUE TEÑO NA MIÑA GRANXA?

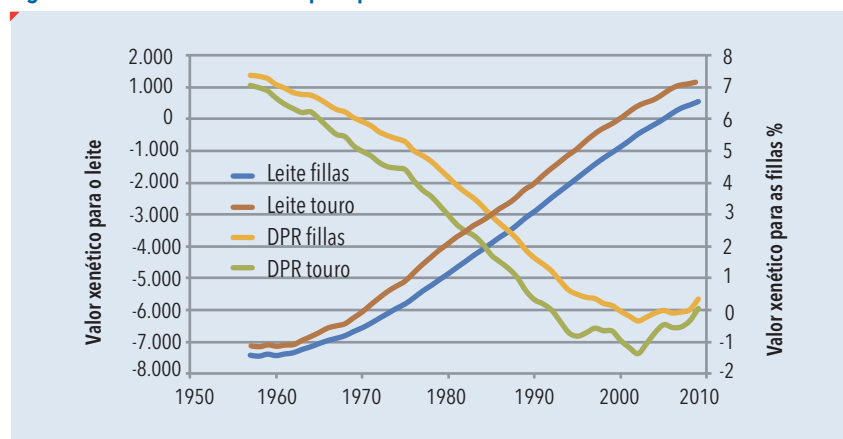
Por se fose pouco, este tipo de trazos son os que máis adoitamos buscar nas nosas explotacións e o símil do interruptor xa non nos vale. Neste caso a expresión dese trazo parece-rase máis a un mando de volume dun aparello de música, é dicir, cantos máis xenes teñamos activos maior volume e, por tanto, maior expresión dese carácter e cantos menos xenes teñamos dese carácter menos se expresará. No caso do noso exemplo, na expresión do carácter “taxa de preñez das fillas” (DPR), como ben se aprecia na figura 1, teñen impacto diferentes xenes, a suma de todas as pequenas achegas para este trazo en todos os xenes será maior ou menor e, por conseguinte, o DPR será alto ou baixo e as fillas de nosas xoven-cas preñarán mellor ou peor. Eviden-temente, a realidade é un pouco máis complexa, pero cremos que con estes exemplos podemos entender un pou-co o funcionamento xeral.

Así mesmo, non debemos esquecer que os trazos tamén interactúan e poden potenciarse ou atenuarse entre eles. Todos coñecemos a relación directa que existe entre os litros de leite producidos coa reprodución, de tal maneira que existe a posibili-da-de de que cantos máis litros de leite produza un animal empeore a repro-dución. Como ben se pode apreciar na figura 2, existe unha correlación negativa de litros de leite e reprodución, pero tamén existen correlacións positivas, por exemplo, entre os litros de leite e os quilos de graxa: a maior cantidade de leite, maior cantidade de graxa.

Como podemos entender, seleccionar e mellorar un trazo é ▶▶

► COÑECENDO A XENÓMICA DOS NÓSOS ANIMAIS, NON COMETEREMOS O RISCO DE SUBSTITUIR UNHA BOA VACA POR UNHA MALA XOVENCA

Figura 2. Tendencias xenéticas para produción de leite e fertilidade



relativamente fácil, e máis se ese trazo o codifica un só xene, pero se queremos mellorar á vez varios trazos, por exemplo todos os que definimos anteriormente como a vaca perfecta, a cousa complica bastante. Para facilitar esa mellora de varios caracteres á vez, establecéronse uns índices de selección, onde se lles foi aplicando distinto peso aos caracteres segundo o interese que se tivese nesa selección. Desta maneira, cada país estableceu o seu propio índice: en España estableceuse o ICO, en Francia o GDM, no Canadá o LPI ou nos EE. UU. o TPI.

Cada índice de selección está formado por distintos caracteres; por exemplo, o ICO está formado nun 11 % polo trazo “kg de leite” mentres que o TPI ni sequera o considera. Temos que ter en conta que os xenetistas, ademais de buscar distintos caracteres para crear un índice, teñen que considerar que moitos deses caracteres teñen correlacións e o normal é aproveitarse delas, é dicir, se eu selecciono para quilos de graxa, á vez estou a seleccionar para litros de leite, porque non podo ter unha cousa sen a outra.

Pero non nos esquezamos que ninguén come de números, senón do que produce unha vaca. Por iso, ademais de índices numéricos, fóronse cuantificando índices de selección económicos, é dicir, índices que predín e cuantifican o que una vaca nos pode facer gañar na explotación durante a súa vida produtiva. Para conseguir definir eses índices o primeiro que tiveron que establecer foi unha gran base de animais da raza, a chamada poboación de referencia (no noso caso a

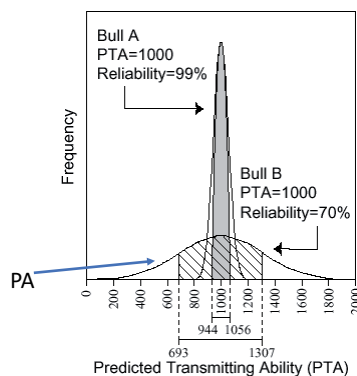
raza Holstein), que no caso da base de datos do USDA-CDCB (Holstein USA) son os animais nados en 2010.

Establecendo os beneficios económicos da base da raza, creouse o mérito neto (NM\$), un índice económico que predí a ganancia esperada na vida produtiva dunha femia comparada coa base da raza. Se, por exemplo, nós temos unha xovenca cun MN\$ de 100\$, significa que esperamos que esa xovenca nos deixe durante a súa vida produtiva 100 dólares máis que a media das xovenas da poboación de referencia.

O que temos que ter moi claro con relación aos índices económicos é que son esenciais na mellora xenética, xa que combinan valores de moitos trazos nun único valor. Así, utilizando este valor, poderemos clasificar os animais e orientar as decisións da cría dunha maneira fácil e efectiva.

Cómo é de fiable esa predición?

O último concepto clave que temos que explicar é a fiabilidade (tamén o poderedes ver nos catálogos como *reliability*). Para aclarar mellor este termo imos utilizar o seguinte cadro:

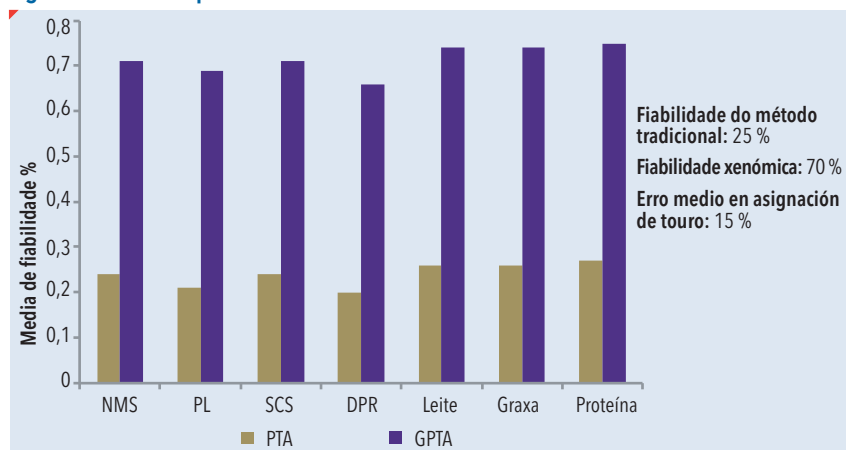


Primeiro imos fixarnos no touro B. Dinnos que ese touro ten unha PTA de 1.000, é dicir, que a habilidade de transmisión do seu xene leite aos seus descendentes será de media 1.000 kg máis de leite que a base xenética establecida. Pero fixémonos no concepto de *reliability*, o cal nos indica que a fiabilidade desa predición é dun 70 %. Quere isto dicir na curva, que algunhas das fillas dese touro terán unha PTA de 693 kg e outras de 1.307 kg. É certo que se facemos a media da produción de todas as fillas daranos 1.000, pero o que nós debemos ter en conta é que con esa fiabilidade ese touro nos dará fillas cuxa produción variará enormemente dunhas a outras, é dicir, que haberá unha gran variación na descendencia deste touro.

Vaiamos ao touro A. O seu PTA tamén nos indica que ese animal dará fillas con 1.000 kg máis en leite que a base xenética, é dicir, predicir o mesmo que o touro B, pero a fiabilidade neste caso é do 99%. Isto significa que todas as fillas dese touro producirán entre 944 kg e 1.056 kg, ou sexa, o dato 1.000 do touro A é moito máis fiable que o mesmo dato do touro B. A variación entre a súa descendencia é moi pequena.

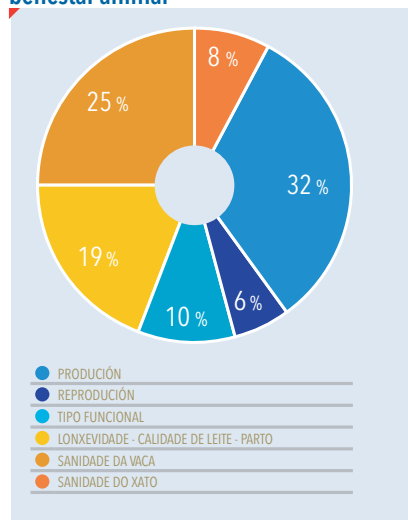
Este concepto é clave para entender a calidade das predicións, por iso non só temos que fixarnos nos datos das PTA, senón que teremos que ter os ollos postos na fiabilidade que teñen eses datos. Pensemos que este é un concepto estatístico relacionado coa ►►

Figura 3. Media de país PA vs. REL xenómico



A media de fiabilidade calculouse para femias menores de 2 anos a xaneiro de 2016

Figura 4. Índices dos beneficios do benestar animal



fiabilidade dos datos achegados, tanto de produción coma da fiabilidade da proba xenómica realizada. Desa maneira estableceremos con maior probabilidade de éxito a relación entre a PTA e os caracteres que predín.

A XENÓMICA

A secuenciación e o mapeo do xenoma completo das vacas deunos a oportunidade de conocer distintos marcadores (SNP) dentro do ADN cos que dunha maneira rápida e económica poder predicir a expresión de caracteres cunha fiabilidade alta os trazos dos animais xa sexa de produción (leite, graxa, proteína) como de funcionalidade (reconto de células somáticas, DPR, facilidade de par-

to, vida produtiva, días abertos, tipo...). Como se pode apreciar no gráfico (figura 3), cando comparamos a media da fiabilidade das PTA (PA) coas GPTA (as habilidades de transmisión xenómicas), as diferenzas son moi significativas. Dito doutra maneira, se co pedigree podemos ter unhas fiabilidades ao redor do 25 %, coa xenómica supérase o 70 % e cantos máis animais vaíamos xenotipando máis certas serán esas predicións.

Hoxe podemos saber, dende o nacemento, a predición do que vai transmitir unha xata á súa descendencia cunha fiabilidade moi alta. Isto permítenos facer unha selección dos animais rápida e fiable. No caso dos touros necesitábanse cinco anos para poder cuantificar a descendencia dun touro. Non obstante, hoxe pódese facer nada máis nacer, pero no caso das vacas o avance é moito máis significativo, porque xa non necesitamos investir 1.800 euros e dous anos en criar unha xovenca para saber como se vai comportar, senón que nun mes teremos os resultados xenómicos que nos garanten unha fiabilidade moi alta á hora de facer a selección de trazos como litros de leite, quilogramos de graxa e proteína, DPR, vida produtiva, eficacia alimentaria... O avance que podemos facer na nosa ganadería coa xenómica é espectacular e non debemos esquecer que esta mellora non nos supón máis traballo na granxa.

Día a día a xenómica segue a avanzar e hai uns anos Zoetis Genetics fíxose a seguinte pregunta: poderíamos predicir cunha fiabilidade alta os trazos de saúde dos nosos animais, é dicir, a predisposición das vacas a padecer mamite, laminite, retención de placenta, desprazamento de abomaso, metrite ou cetose? Pois a resposta é si.

Despois de seleccionar os marcadores no ADN adecuados, asociálos a trazos fenotípicos (expresados polo animal) de realizar a validación no campo, conseguíronse implementar dentro dos trazos xenéticos os trazos de saúde. Este avance é tan importante que grazas a el podemos escoller os animais máis resistentes ás enfermidades, estarán máis tempo de permanencia no rabaño e fará

► O USO DE ÍNDICES ECONÓMICOS AXÚDANOS DE MANEIRA CLARA E SINXELA A ORIENTAR OS NÓS OS OBXECTIVOS

Figura 5. Recuperando os custos de crianza

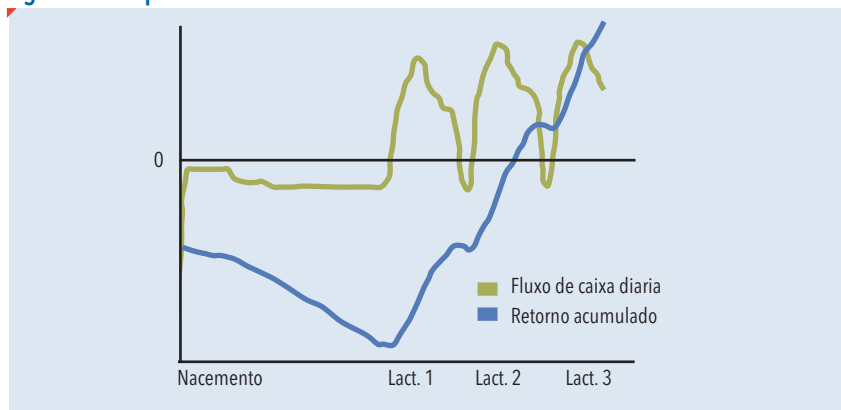
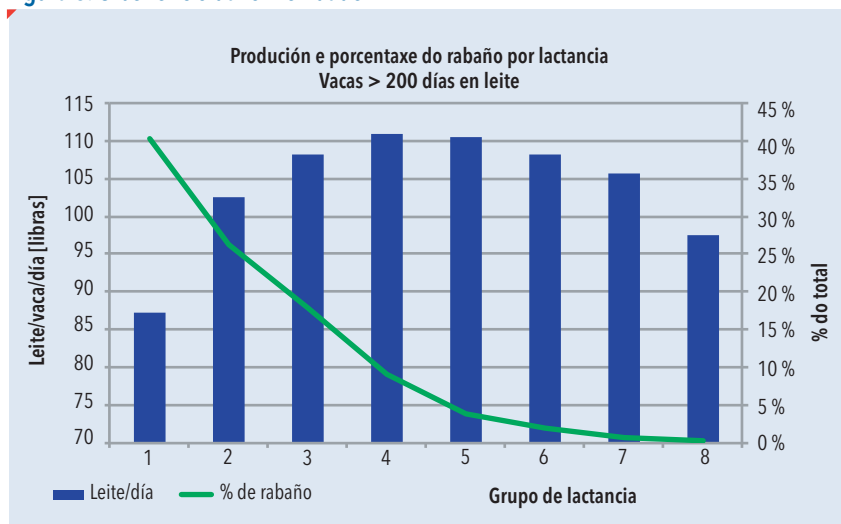


Figura 6. O beneficio da lonxevidade



que necesitemos menos descartes nas vacas e menos xovencas para a reposición, e todo iso redundará nun importante beneficio económico para a explotación.

Con estas premisas e cos datos xenómicos de benestar validados, Zoetis Genetics desenvolveu o índice económico DWP\$ (Dairy Wellness Profit [beneficios de benestar animal]), un índice que, ademais de abarcar os datos de produción, fertilidade, conformación funcional, lonxevidade, parto, calidade de leite e viabilidade, tamén lle dá peso ao benestar da vaca baseándose nos trazos de saúde e do benestar do xato, posto que tamén inclúe a resistencia ás diarreas dos xatos nos 60 primeiros días, as resistencias aos problemas respiratorios nos primeiros 60 días e a viabilidade no seu primeiro ano de vida (figura 4).

Por que facemos tanto fincapé na lonxevidade das vacas?

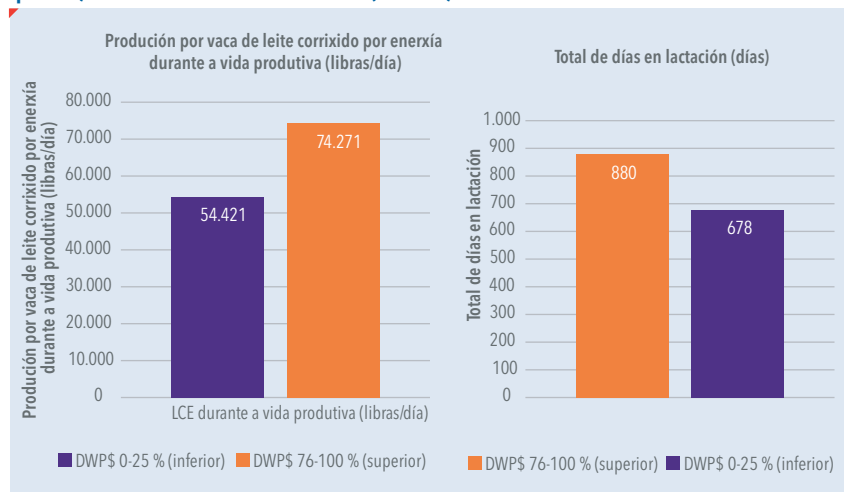
A vida media das vacas en produción en España está entre 2 e 2,4 partos. Con todo, unha xovenca paga coa súa produción co seu investimento aproximadamente en pico-final da segunda lactación, é dicir, que apenas nos queda unha lactación por vaca de ganancia por vida (figura 5).

Así mesmo, vemos que as mellores producións das vacas están entre a terceira e a quinta lactación (figura 6). O paradoxo está en que nesas lactacións apenas temos animais, xa que por enfermidades ou por problemas de reprodución estes non chegan a alcanzar esas idades. Se fóssemos capaces de incidir a través da xenética na selección de animais máis resistentes ás doenzas, á vez que os selec-

cionamos con mellores índices de reprodución, poderemos chegar a ter animais máis lonxevos e, por tanto, máis rendibles nas nosas explotacións. Por iso, non temos dúbidas en afirmar que o índice económico DWP\$ nos axudará a realizar con éxito e facilidade este obxectivo.

Realizouse unha proba de validación do DWP\$, tendo en conta toda a vida produtiva de animais nados en 2011. Os resultados avalan que, comparando o 25 % dos mellores animais fronte ao 25 % peor, a diferenza foi a que se pode apreciar na figura 7 (páxina seguinte). ►►

Figura 7. Producción diaria de leite corrixido por enerxía durante a vida produtiva (esquerda) e o total de días en lactación (dereita)



Estes datos demostran que o índice DWP\$ pode predicir diferenzas no potencial individual de rendibilidade real ao longo da vida produtiva.

BENEFICIOS DA SELECCIÓN XENÓMICA

1. Permítenos seleccionar os mellores trazos das nosas xatas a partir do primeiro mes de vida, polo que só criaremos as mellores xovenças.
2. É tan importante criar as boas como descartar as malas canto antes ou, no caso de quedar con elas, poderemos cruzalas con seme de carne que nos dea unha cría con maior beneficio económico.
3. Seleccionando por DWP\$ conseguiremos animais máis resistentes ás enfermidades, alongaremos a súa permanencia no rabaño e, por tanto, necesitaremos menos xovenças, quedaremos coas mellores, o noso progreso xenético

avanzará máis rápido e a rendibilidade prevista por vaca será maior.

4. Coñecendo a xenómica dos nosos animais, non cometeremos o risco de substituír unha boa vaca por unha mala xovença. Desprazaremos a subxectividade do “ollímetro” polos datos obxectivos e contrastados.
5. Ao termos todos os datos das nosas femias, o axuste será moitísimo máis fiable, porque buscaremos afianzar os trazos que nos interesan e traballar naqueles que máis necesitamos.

CONCLUSIÓN

A xenómica é unha excelente ferramenta que nos permite seleccionar os mellores animais da nosa explotación. O uso de índices económicos axúdanos de maneira clara e sinxela a orientar os nosos obxectivos. Usar as predicións do índice DWP\$ nas decisións de selección pode ter unha repercusión económica significativa ao incrementar a produción de leite durante a vida produtiva da vaca, o leite por día, a permanencia no rabaño e a rendibilidade prevista por vaca. ■

Genética francesa en las mejores vacas leonesas



La Asociación Frisona de León (Afrile) celebró el pasado 29 de noviembre su VII Jornada Provincial en la que entregaron los premios a las mejores ganaderías y reproductoras de la provincia durante 2018.

Entre los galardonados, las mejores explotaciones por ICO fueron CEM SC, Finca El Egido y Fernández Fernández SC. Asimismo, estas mismas granjas se llevaron los premios de mejor vaca por ICO –CEM 583, de CEM SC (3.887 ICO)–, de mejor vaca por producción a 305 días –Egido Lisona Ehman, de Finca El Egido (primer parto: 16.168 kg, 53 kg/día)– y de mejor ganadería por producción a 305 días –Fernández Fernández SC (12.666 kg, 41,5 kg/día)–. Las tres explotaciones pertenecen a la Cooperativa Vega Esla, de León, que ha basado sus resultados en el éxito del programa de acoplamientos realizado por sus técnicos con el uso de la genética francesa, representada por Evolution Ibérica XY. A este grupo también pertenece la ganadería La Chopera SC que se llevó el premio a mejor ganadería por producción a 305 días en el total de animales (13.302 kg, 43,6 kg/día).

Este programa, que se inició en el año 2000 en 68 ganaderías con el objetivo de lograr su de-

sarrollo genético, permite detectar los puntos fuertes y débiles de cada explotación y elegir aquellos animales que corrijan las deficiencias de una forma objetiva. Mediante el acoplamiento realizado anualmente vaca a vaca se ha pretendido optimizar el progreso genético y conseguir la uniformidad del rebaño para que funcione “como una única vaca”. Así, se consigue sacar el mayor partido posible a la gestión realizada en cada ganadería, pues todas las vacas tienen necesidades muy similares al estar influenciadas por el mismo hábitat y el mismo manejo. Los caracteres más primados en estos acoplamientos son los relacionados con la salud, fundamentalmente de la ubre, y la fertilidad de las vacas consiguiendo rebaños más resistentes y más fértiles. También se tiene muy en cuenta la reducción de la consanguinidad.

En su conjunto, estos parámetros permiten un incremento de la longevidad de las vacas manteniendo unas altas producciones de leche, lo que incide de forma sobresaliente en la mejora de la rentabilidad de las explotaciones.

La aplicación con rigor y de forma continuada de este programa ha sido la clave de la consecución de estos premios que deben servir de homenaje a todos los ganaderos y técnicos implicados en el desarrollo genético de la Cooperativa Vega Esla.

