

Selección genómica en ganado bovino

La selección genómica se puede definir como la manera de seleccionar animales basándose en información de su genoma e independientemente de su pedigrí. En el presente artículo se va a hacer un recorrido por los diferentes métodos de selección en el tiempo, según ha ido avanzando el conocimiento de la biología molecular, hasta llegar a la actualidad con la selección genómica.

Por **LUIS J. ROYO**

Investigador del Grupo de investigación consolidado NySA (Nutrición y Sanidad Animal) del SERIDA @NySA_SERIDA



1- Selección de reproductores en mejora genética clásica

Lo primero que debe tenerse en cuenta es que la productividad de un animal resulta de la combinación de dos factores: el genotipo y el ambiente (fenotipo = genotipo + ambiente). El genotipo es el conjunto de factores que se encuentran en los genes, y que por lo tanto se pueden heredar de padres a hijos. El ambiente es el conjunto de elementos de los que dispone el animal para su supervivencia y producción, incluyendo aspectos como el clima o la alimentación. Los animales más aptos, los que están por encima de la media para ese carácter, son lo que se reproducen y dejan descendencia, es decir, se seleccionan en base a sus rendimientos. Hay veces que esto no es posible, como en producción de leche, donde el carácter no puede ser medido en los machos. Para solventarlo, en los años 70 se desarrollaron métodos matemáticos que predicían el valor de mejora de un animal a partir de los valores de los caracteres de interés medidos

en sus familiares. Este sistema de predicción se conoce como BLUP (mejor predictor lineal no sesgado, *Best Linear Unbiased Prediction*).

Posteriormente, la revolución de la biología molecular que supuso el descubrimiento de la PCR (reacción en cadena de la polimerasa, *Polymerase Chain Reaction*), permitió la utilización de los marcadores moleculares, pequeños fragmentos del genoma que se heredan cuya posición en los cromosomas es conocida. Estos marcadores corregían los errores de filiación, mejorando los registros genealógicos y consecutivamente la fiabilidad de las predicciones BLUP. Existen dos tipos de caracteres, cualitativos y cuantitativos. Un carácter cualitativo es aquel que está determinado por un solo gen (gen mayor) o por muy pocos genes, los fenotipos son fácilmente diferenciables y no son modificados por el medio ambiente. Un ejemplo son el sexo, la presencia de cuernos, o la presencia de la cularidad. En cambio un carácter cuantitativo es aquel que está controlado por muchos genes de efecto pequeño y aditivo, siendo ejemplos el peso o la cantidad de grasa o proteína en la leche. Según se fueron mapeando más marcadores en los cromosomas de las diferentes especies de animales de producción se pudieron identificar regiones del genoma asociadas a caracteres cuantitativos, las conocidos como QTL (*Quantitative Trait Loci*), que permitían seleccionar reproductores según el alelo del QTL que



tuvieran, es decir la Selección Asistida por Marcadores (*Marker Assisted Selection*).

2- Técnicas -ómicas. Selección Genómica

Un nuevo avance tecnológico de la biología molecular permitió pasar de estudiar genotipos o fenotipos de manera puntual, a estudiar genomas completos. Una gran parte de la secuencia del genoma bovino es idéntica en todos los individuos, pero hay otra que puede variar. Existen una gran cantidad de polimorfismos de un único nucleótido distribuidas por todo el genoma, llamados SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*). La tecnología actual permite conocer el genotipo de miles de estas variantes en los individuos que nos interesan. Que unos animales sean más o menos productivos, tengan mejor o peor conformación, y sean o no resistentes a determinadas enfermedades depende de estas variaciones. Por lo tanto definimos la selección genómica como el proceso de estimación del valor genético de un individuo a partir de la información de un gran número de SNP, independientemente de su pedigrí.

3- Programa de Selección genómica

Un programa de selección

genómica comienza con el genotipado de centenas de miles de SNP de una población inicial de animales que tienen datos de control de rendimientos: es la que se conoce como población de referencia. Sobre esta población se realiza la valoración genómica. Estas valoraciones serán utilizadas posteriormente para, dado un genotipo, predecir el valor genómico del individuo portador de ese genotipo. La población de referencia es de vital importancia y estará formada por progenitores, tanto machos como hembras, representativos de la población sobre la que se quiere predecir el resto de valores genómicos. Esto implica que la población de referencia debería contener toda la variabilidad genética que existe en la población de estudio. La fiabilidad de los valores genómicos y por tanto la utilidad de la selección genómica, dependen en gran medida de la correcta selección de estos animales. Es importante tener en cuenta que la población de referencia no es algo estático, sino que debe evolucionar a medida que nuevos animales pasan a ser representativos, porque dejan mucha descendencia. Esto implica que el control de rendimientos y las pruebas de progenie de los reproductores siguen siendo muy importantes.

La aplicación de la selección genómica será diferente en cada situación o raza particular,

y dependerá de la estructura de su población a la hora de definir la población de referencia, y de cómo funcione la valoración genética clásica y el control de rendimientos. El vacuno de leche representa la mejor de las situaciones; es una población muy homogénea, donde prácticamente se utiliza una sola raza, y se aplican de forma masiva tecnologías reproductivas, lo que permite contar con una buena población de referencia. Gran parte de esta población se ha podido genotipar gracias a la inversión de asociaciones de ganaderos y empresas de mejora y, además, tiene un gran número de datos fenotípicos de producción fiables.

En resumen, los principales beneficios de la selección genómica, sobre todo en vacuno de leche, son: acorta el intervalo generacional, ya que se puede tener una estimación de un animal desde su nacimiento, distingue entre hermanos completos, permite aplicar la mejora por ambas vías, macho y hembra, y la fiabilidad es mayor que la del índice de pedigrí. Además, permitirá realizar acoplamientos genómicos entre toros y vacas, para buscar la mejor combinación de genes para un carácter deseado. En conclusión, el presente y futuro de la mejora genética pasa por la aplicación de la selección genómica, al menos en bovino de leche.