

LOS MARCADORES GENÉTICOS

Ing. Agr. PhD Pablo M. Corva*. 2007. Brangus, Bs. As., 29(54):36-40.

*Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad Nacional de Mar del Plata.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Deps y marcadores](#)

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético de los bovinos para carne ha ido evolucionando con el objetivo de lograr una estimación más precisa del valor real de un individuo como reproductor. Inicialmente, esta valoración se hacía por la evaluación fenotípica del individuo, confiando en que si una característica era heredable, el reproductor transmitiría esa condición a su descendencia. En la búsqueda de mayor precisión y objetividad, a la evaluación visual se le agregó el control de desarrollo, con información de pesos vivos, tasas de crecimiento y, más recientemente, estimación de composición corporal "in vivo" por ultrasonografía. Un nuevo adelanto llegó con la aplicación de la metodología de los modelos mixtos, que permiten la estimación de Diferencias Esperadas en la Progenie (DEPs) y que es actualmente el sistema preciso para la evaluación genética.

El progreso de la investigación en genética molecular pone ahora a disposición del criador lo que probablemente constituirá una nueva generación de tecnología aplicada a la selección animal: la capacidad de "leer" directamente la información genética de un reproductor en su ADN, sin depender necesariamente de la medición fenotípica de un atributo de importancia productiva. La tecnología genómica al servicio del mejoramiento animal.

LOS MARCADORES

El ADN (Ácido Desoxirribonucleico) es la estructura bioquímica básica que contiene la información genética, empaquetada en los cromosomas dentro de cada célula del animal. Un gen es una porción de ADN. El lenguaje de la información genética tiene sólo cuatro "letras" (A, C, G, T) que representan sendos compuestos químicos en el ADN. Independientemente de su complejidad bioquímica, las diferencias a nivel productivo que se observan en los animales son, en definitiva, originadas por la variabilidad a nivel del ADN, y es suficiente hacer referencia a estas "letras" para marcar esas diferencias genéticas. O sea que para el criador, el ADN es una fuente de información.

Es conveniente recordar aquí que para cada gen, y con la sola excepción de los cromosomas que determinan el sexo, un individuo tiene dos copias de cada gen, recibidas respectivamente de su padre y su madre. Concretamente, el "marcador molecular es un sitio de referencia en el ADN que puede caracterizarse consistentemente en el laboratorio, y que da información sobre la constitución genética del animal -si lleva ninguna, una o dos copias de la variante considerada más favorable de un gen en particular- aún antes de tener información productiva del mismo.

En general, el criador podría beneficiarse a través de tres aplicaciones de los marcadores genéticos moleculares:

- ◆ La identificación de individuos, a través de sus patrones de ADN es una tecnología probada y eficaz. De hecho, la Sociedad Rural Argentina la ha implementado para la inscripción de reproductores en los registros genealógicos. Otra aplicación concreta podría ser -cuando la relación costo/ beneficio sea más favorable- la determinación de paternidad en servicio colectivo a campo, lo que a su vez facilitaría la evaluación genética. Además, la identificación por medio del ADN no sólo involucra a la confirmación de paternidad, sino también la resolución de casos de robo de hacienda y la auditoria de protocolos de trazabilidad.
- ◆ La detección de individuos portadores de variantes genéticas indeseables, como es el caso de algunas enfermedades, es otra de las aplicaciones directas del conocimiento genético a nivel molecular. Lo importante es que esta detección puede hacerse antes de que el defecto se manifieste en la progenie de un reproductor, que era hasta ahora la única forma de individualizar portadores. BLAD (Bovine Leukocyte Adhesion Disease) y CVM (Complex Vertebral Malformadon) son dos ejemplos de enfermedades del bovino para las cuales se conoce el gen involucrado y puede detectarse en el laboratorio. Otro ejemplo de aplicación es la identificación de portadores de variantes "ocultas" -recesivas- que determinan color de pelaje, ya sea por preferencias del criador o para cumplir con un standard racial.
- ◆ La mayoría de las características económicamente relevantes en producción de carne son "cuantitativas": fertilidad, velocidad de crecimiento, composición corporal y calidad de carne están regulados por un número elevado y aún no determinado de genes. Estas son las variables que hasta ahora sólo se podían caracterizar por su heredabilidad y correlaciones genéticas. Una de las mayores contribuciones que podría hacer la genética

molecular, y la que genera más expectativa, es la capacidad para identificar a cada gen involucrado con un atributo productivo, caracterizarlo en la población e identificar las variables más favorables desde el laboratorio.

- ◆ La estrategia conocida como Selección Asistida por Marcadores (SAM) agrupa a las metodologías propuestas para aprovechar la información molecular en el mejoramiento de variables cuantitativas. La SAM es más aconsejable cuando una variable productiva tiene baja heredabilidad, es dificultoso o costoso medirla, lleva mucho tiempo recolectar la información, o no puede medirse en ambos sexos. La utilización de información genética molecular puede aumentar la eficiencia del proceso de mejoramiento principalmente a través de un incremento de la precisión de la estimación del valor genético de un reproductor y también a través de un acortamiento de los intervalos generacionales mediante una selección temprana, incluso antes que la variable de interés sea medida.

En base a estas premisas, podría establecerse el siguiente orden de prioridades en cuanto al beneficio extra a obtener de la SAM por encima de la selección convencional: resistencia a enfermedades y parásitos, calidad de la carne, fertilidad y eficiencia reproductiva, composición corporal, habilidad materna y variables de crecimiento.

IMPACTO EN LA PRODUCCION

El impacto concreto de un marcador molecular en la producción depende principalmente de dos factores. Uno es la abundancia relativa de las distintas variantes en la población. La variante considerada "favorable", es tanto más valiosa cuanto más rara sea esa variante en la población. Un reproductor puede tener dos copias "favorables" y pasará una de ellas a toda su progenie. Si solo tiene una copia "favorable" -recibida de su padre o su madre- su progenie recibirá una copia de cada tipo en proporciones iguales. El otro factor a considerar es la magnitud de los efectos de las variantes que tiene el gen en cuestión, o sea que para justificar la inversión en la evaluación molecular, las dos variantes de un gen tienen que tener efectos detectables a nivel productivo. Estos parámetros deben ser determinados en cada población antes de generalizar el uso del marcador a nivel comercial. Si bien no es esperable que el mecanismo intrínseco de la acción de un gen cambie de una población u otra, no debe olvidarse el hecho de que las distintas poblaciones han tenido diferentes historias selectivas. Además, las interacciones entre genotipo y ambiente, tan bien estudiadas por la genética cuantitativa, también se aplican a genes individuales por lo que el impacto relativo de un gen no se mantiene constante en distintos sistemas de producción.

Un concepto de gran importancia es que el desarrollo de información a nivel del ADN no implica que se vayan a descartar los métodos de evaluación genética actualmente en uso. Al contrario, la nueva tecnología puede expresar su verdadero potencial en asociación con la evaluación genética cuantitativa. La mayoría de las variables de interés productivo están reguladas por un número elevado de genes, de los cuales aún son pocos los conocidos. La forma más eficiente de utilizar un marcador probablemente sea en combinación con los valores de DEPs. Actualmente, un criador dispone para cada reproductor de una serie de DEPs estimadas para muchas variables de interés. De acuerdo a sus objetivos de selección, determinará cuál reproductor le es más adecuado. De la misma forma, en un futuro próximo un reproductor contará con valores de DEPs y su genotipo para genes específicos. La importancia relativa otorgada a cada una de estas fuentes de información, será resultado de los criterios de cada criador. De hecho, existen metodologías que permiten ponderar objetivamente esas fuentes de información, en base al valor económico relativo que tienen para una empresa ganadera. Por estas razones, y de la misma forma que podría decirse para cualquier otra estrategia de mejoramiento, debe destacarse que los marcadores moleculares son una herramienta, pero no el fin en sí mismo. Siempre serán necesarios buen criterio y la toma informada de decisiones al momento de definir objetivos y criterios de selección para cada sistema de producción y mercado.

VALIDACIÓN EN EL BRANGUS

Por las mismas razones mencionadas anteriormente, antes que un marcador molecular tenga amplia difusión en el país es necesario confirmar sus efectos en la población local. En este sentido, la raza Brangus ha sido pionera al participar en la primera validación de marcadores genéticos de bovinos para carne. Esta evaluación se está llevando a cabo a través de un proyecto de investigación en el que participan junto con la Asociación, las Facultades de Veterinaria y Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata y la Estación Balcarce de INTA.

El objetivo general fue confirmar el efecto de genes conocidos y eventualmente encontrar genes nuevos de aplicación en producción animal. Inicialmente se evaluaron genes vinculados a terneza y composición corporal. Eventualmente, se irá agregando la evaluación de otros genes de interés productivo.

Para la implementación de los métodos de laboratorio y la evaluación de frecuencias para las distintas variantes de los genes estudiados, se recolectaron muestras de semen de aproximadamente 50 padres Brangus. Este trabajo se realizó mientras se desarrollaba la invernada de los novillos.

La evaluación de campo se dividió en dos etapas. En ambos casos, los novillos fueron provistos por Cabañas de la raza. En el primer ciclo, se invernaron 60 novillos Brangus en la Unidad Integrada Balcarce, desde abril de 2004 a marzo de 2005. El segundo ciclo se cumplió en un campo de la Universidad de Buenos Aires en el partido de Carlos Casares, con 193 novillos Brangus invernados desde mayo de 2005 a diciembre de 2006.

En ambos casos se trató de una invernada convencional sobre pasturas. Para todos los animales se registró mensualmente el peso vivo, el espesor de grasa dorsal y el área de ojo de bife (estos dos últimos por ecografía).

Se estableció como punto final de la invernada un espesor de grasa de aproximadamente 6 mm. Los novillos del primer ciclo fueron faenados con 423 kg de peso vivo y 5,9 mm de grasa dorsal, en promedio. Para el segundo ciclo, los valores respectivos fueron 456 kg y 6,8 mm. La faena se realizó en un frigorífico del partido de Balcarce. A la faena se registró peso final, peso de la res fría y caliente, peso de la grasa de riñonada, área del ojo del bife y veteado. De la media res izquierda se removió una porción correspondiente a la 11° a 13° costillas para realizar las determinaciones físicas de calidad de carne (pH, color, pérdidas de agua por cocción y resistencia al corte). Estas determinaciones se hicieron con fracciones de carne envasadas al vacío y sometidas a tres tiempos de maduración diferentes (1, 7 y 14 días). También se conservaron muestras de carne para las determinaciones de contenido de extracto etéreo y perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular.

Como parte del análisis molecular al momento se ha trabajado con ocho marcadores en cuatro genes: Micro-Calpaína (CAPN1), Calpastatina (CAST), Leptina (LEP) y PPARGC1. Los dos primeros genes están vinculados a diferencias en terneza de la carne y los otros dos a balance energético y composición corporal. Se determinaron genotipos para tres marcadores del gen CAPN1 (denominados SNP316, SNP530 y SNP4751), uno en CAST (SNP2870), dos en el gen PPARGC1 y dos en el gen LEP. El efecto de estos marcadores sobre variables de calidad de carne está en proceso de análisis. Para dar una idea de los resultados y no abundar en detalles técnicos, puede mencionarse el resultado obtenido con el marcador SNP316 en el gen de Micro-Calpaína (CAPN1). La proteína codificada por este gen interviene en la modificación de la estructura del músculo que ocurre a partir de la faena. Las dos variantes de este marcador en CAPN1 (C y G) se combinan para determinar tres genotipos posibles en los novillos (CC, CG y GG). Las diferencias más marcadas se detectaron en muestras de carne con 7 días de maduración. En este punto, la carne con marcadores sobre el mismo gen CAPN1 tuvieron un efecto menos marcado sobre la terneza. Anteriormente se mencionó que una parte relevante de la evaluación de un marcador es la estimación de la abundancia relativa de las distintas variantes en la población comercial. En los novillos de Carlos Casares la distribución de genotipos para el SNP316 fue: 16 CC, 73 CG y 91 GG. Puede verse que existe la posibilidad de aumentar la frecuencia de la variante C por selección, haciendo una contribución sustancial a la mejora en la terneza de la carne. También, como ya se explicó, la selección de individuos en base a este marcador no requiere de nueva toma de muestras y determinaciones de terneza.

Genes tales como CAPN1 o CAST se incluyeron en la evaluación por su gran difusión a nivel mundial, ya que incluso integran tests comerciales actualmente en el mercado. El marcador en el gen PPARGC1, en cambio, constituye un desarrollo propio de este grupo de investigación. Una variante en este gen fue identificada a través de la comparación de secuencias de ADN entre animales Angus, Brangus y Brahman. Independientemente de los análisis definitivos que confirmarán si este marcador tiene un mayor o menor impacto sobre la calidad de la carne, el resultado es un ejemplo del potencial de los ensayos de evaluación de marcadores y del efecto beneficioso de la colaboración entre criadores e instituciones oficiales de investigación.

[Volver a: Deps y marcadores](#)