

MARCADORES MOLECULARES DE TERNEZA: CALPAINA Y CALPASTATINA

Dr. Horacio Guitou¹ y Dr. Patricio Herrmann². 2010. Revista Angus, Bs. As., 249:73-77.

1.-Unidad de Genética Animal, Instituto de Genética del INTA, Castelar.

2.- Laboratorio AgroCiencia.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Bovinos de carne, selección y cruzamientos](#)

UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LOS RODEOS BOVINOS DE CARNE

La calidad de la carne bovina constituye un importante factor de interés económico. Entre todos los atributos que contribuyen a la calidad, se ha comprobado que la ternera es el más apreciado por los consumidores.

A diferencia de otras características detectables en el animal vivo, la ternera no es verificable hasta después de la faena. Una vez muerto el animal, existen dos formas de detectar ternera: una, por estudios subjetivos con "paneles de expertos en degustación" y la otra, mediante la medición objetiva de la "resistencia al corte" por el método de Warner-Bratzler" (WBSF), que utiliza una guillotina calibrada.

Ambos métodos no han resultado herramientas útiles o prácticas para la selección de reproductores por ternera, pues nadie desea matar al potencial reproductor, lo cual nos lleva a faenar sus novillos.

Estas pruebas de prole, que nos llevarían 4 ó 5 años, son costosas en tiempo y dinero. Más aún, el número de reproductores que se podrían evaluar anualmente es muy limitado. Consecuentemente, estos dos últimos métodos mencionados previamente no se aplican actualmente desde el punto de vista de generar datos para los Resúmenes de Padres. Los estudios de ADN para detectar la presencia de marcadores moleculares asociados a ternera tienden a buscar otras soluciones a este problema.

En este sentido, la Asociación Argentina de AnGus ha iniciado estudios de su población, obteniendo las frecuencias genotípicas y génicas de cuatro marcadores moleculares asociados a ternera, los que están validados por el National Beef Cattle Evaluation Consortium (NBCEC - www.nbcec.org).

MARCADORES MOLECULARES

Se denomina marcador molecular a mutaciones o variantes genéticas (SNPs - Single Nucleotide Polymorphisms) en los individuos que se pueden asociar a determinadas características de interés económico.

Numerosos trabajos científicos han demostrado que el tiernizado post-mortem de la carne en las subespecies *Bos taurus* y *Bos indicus* se debe, principalmente, a la existencia de dos enzimas, la calpaína y la calpastatina, que actuando en forma coordinada degradan las proteínas de los músculos, disminuyendo el rigor mortis que se produce luego de la faena.

VALIDACIÓN CIENTÍFICA

En el año 2007, el National Beef Cattle Evaluation Consortium (www.nbcec.org), de Estados Unidos, realizó un trabajo de validación, que incluyó más de 1300 animales de diferentes razas, en el que se demostró que existe una relación "altamente significativa" ($P < 0,001$) entre los marcadores moleculares y la ternera de la carne, medida mediante el método de Warner-Bratzler.

En los últimos años, científicos de Estados Unidos y Australia han identificado, en los genes de las enzimas calpaína y calpastatina, mutaciones o variantes genéticas (SNPs) asociadas a mayor y a menor ternera.

Dichas mutaciones se denominan marcadores moleculares de ternera. Los marcadores que más se utilizan en la actualidad son: calpastatina₂₉₅₉, calpastatina_{UoG}, calpaína₃₁₆ y calpaína₄₇₅₁, en donde los subíndices identifican la posición de cada mutación en el gen respectivo.

Para cada marcador se ha encontrado una variante más favorable a la ternera (+) y una menos favorable (-). Al tener los bovinos dos alelos de cada gen, uno proveniente del padre y otro de la madre, para un animal hay entonces tres genotipos posibles para cada marcador.

Genotipo óptimo:

[++] = Homocigota mayor ternera (++) . El animal posee dos alelos con la variante más favorable del gen.

Otros genotipos:

[+-] = Heterocigota (+-) . El animal posee un solo alelo de la variante más favorable del gen.

[--] = Homocigota menor ternera (--) . El animal no posee ningún alelo de la variante más favorable del gen.

Para cuatro marcadores, el animal con el genotipo más favorable a la ternera es ocho alelos favorables (++ ++ ++ ++)

En la Tabla I se observan las frecuencias génicas y genotípicas obtenidas, explicitando las variantes más (+) y menos (-) favorables asociadas a terneza, para cada uno de los marcadores moleculares estudiados.

Tabla I: Frecuencias génicas y genotípicas para cada marcador.

Genotipo	Calpastatina ₂₉₅₉		Calpastatina _{UoG}		Calpaína ₃₁₆		Calpaína ₄₇₅₁	
	Nº de animales	%	Nº de animales	%	Nº de animales	%	Nº de animales	%
[++]	257	84,0%	186	63,1%	37	12,1%	158	52,1%
[+-]	47	15,4%	100	33,9%	105	34,3%	125	41,3%
[--]	2	0,7%	9	3,1%	164	53,6%	20	6,6%
Total	306	100,0%	295	100,0%	306	100,0%	303	100,0%
% Variante (+)	91,6% (f=0,916)		80,0% (f=0,800)		29,2% (f=0,292)		72,8% (f=0,720)	
% Variante (-)	8,4%		20,0%		70,8%		27,2%	

Cabe destacar la alta frecuencia génica (f=0,916) de la mutación o variante favorable (+) encontrada en calpastatina₂₉₅₉ en la raza AnGus de la Argentina. A su vez, las muy buenas frecuencias génicas de la variante favorable (+) de la calpaína₄₇₅₁ (f=0,728) y de la calpastatina_{UoG} (f=0,800), más la aceptable -pero mejorable- frecuencia génica (f=0,294) de la variante favorable (+) de calpaína_{316g}. Todo esto nos brinda nuevas expectativas y herramientas para trabajar con SAM en terneza.

DISCUSIÓN

El número de reproductores estudiados (n=303) y el tipo de muestreo realizado permiten obtener importantes conclusiones sobre las frecuencias génicas y genotípicas en la población de animales AnGus de pedigree de la Argentina. Hasta el presente, en la bibliografía internacional no existen datos de frecuencias génicas y genotípicas poblacionales, sino sólo datos de frecuencias obtenidos en rodeos de referencia constituidos para diversos fines.

Las frecuencias génicas obtenidas en la raza AnGus, en el presente trabajo, se comparan en la Tabla II con las frecuencias génicas esperadas para rodeos Bos taurus publicadas en la bibliografía internacional. Para el marcador calpastatina₂₉₅₉, la frecuencia génica obtenida del alelo favorable (f=0,916) se correlaciona muy bien con las frecuencias génicas publicadas en la bibliografía (f entre 0,80 y 0,94). En cambio, la frecuencia obtenida para el marcador calpastatina₂₉₅₉ (f=0,800) se encuentra en el rango más alto de lo esperado, mientras que para los marcadores calpaína₃₁₆ (f=0,294) y calpaína₄₇₅₁ (f=0,728), la frecuencia obtenida es algo mayor que la encontrada en la bibliografía.

Tabla II: Frecuencias génicas para las variantes de mayor terneza (+) de cada marcador estudiado, en la raza AnGus en la Argentina.

Marcador de Terneza	Frecuencia génica (%) obtenida	Frecuencia génica esperada para Bos taurus
Calpastatina ₂₉₅₉	91,6%	80,0% - 94,0%
Calpastatina _{UoG}	80,0%	60,0% - 80,0%
Calpaína ₃₁₆	29,2%	20,0% - 25,0%
Calpaína ₄₇₅₁	72,8%	45,0% - 65,0%

Dado que ya existe información confiable, generada en el país y en el extranjero, sobre la utilidad de los tests para terneza con marcadores moleculares, la información sobre las frecuencias génicas relativas de las diferentes variantes de cada marcador en nuestra población AnGus es el primer paso de cualquier planteo de mejoramiento genético. Además, el presente trabajo nos permitió decidir la incorporación de la información en los reproductores estudiados, de los cuatro marcadores moleculares de terneza, en nuestro Resumen de Padres AnGus.

Este trabajo muestra cómo cada reproductor puede ser evaluado actualmente con "cuatro marcadores moleculares" asociados a terneza, explicitando para cada uno la presencia o ausencia de la variante más favorable de cada marcador, pudiéndose, de esta forma, hacer uso de esta información en trabajos de SAM para una característica tan reconocida como la mencionada.

Es importante destacar que el uso de la SAM es más relevante en las características económicas que tienen baja heredabilidad, son de difícil medición o se miden tardíamente (faena - pruebas de progenie) en los controles de producción. Para otras características, como el % de grasa intramuscular, el poder medir directamente el fenotipo por ecografía disminuye la importancia de los marcadores moleculares de veteado o "marbling" (% grasa intramuscular).

Cabe resaltar que los marcadores moleculares indican una asociación con la característica de interés económico analizada, pero no explican el 100% de la varianza genética aditiva, sino el 20% de la misma. Sin embargo, cuando se carece de la posibilidad de la medición directa de cualquier característica de importancia económica, los marcadores moleculares validados se tornan de mayor relevancia. Este es el caso de la terneza.

Volver a: [Bovinos de carne, selección y cruzamientos](#)