

FRECUENCIAS ALÉLICAS DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA LECHE Y DE LA CANAL EN DOS RAZAS LECHERAS DE TABASCO

ALLELIC FREQUENCIES OF MILK QUALITY CHARACTERISTICS AND THE CARCASS IN TWO DAIRY BREEDS IN TABASCO

Quiroz VJ^{1*}, Constantino AM¹, Granados ZL¹, Landi V²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Tabasco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Tabasco. *quiroz.jorge@inifap.gob.mx

²Universidad de Córdoba, España.

Abstract

In Latin-American and particularly in México genomics is now used in animals' improvement programs. In general, tropical regions use other breeds in relation to the template areas and because of this, it is important the characterization of haplotypes related to the characteristics of economical importance. Blood samples of 15 Gyr breed animals were analyzed (two farms) and 15 from synthetic Tauríndicus breed (two farms) with the aim of knowing the allelic frequencies in related genes against milk quality and meat in two bovine populations in the Mexican tropic. PCR-RFLP analysis was made to type each SNP. The studied genes were k-casein, tiroglobuline and CAST, related to cheese yield, meat marbling and meat tenderness. The allelic frequencies of the favorable allele for the k-casein gene were of 15% and 6% in the populations of Tauríndicus and Gyr respectively. For the tiroglobuline marbling gene the favorable allele frequency was that of 15.8% and 0.0% and that of Calpaina (CAST) 58% and 53% in the populations of Tauríndicus and Gyr respectively. Frequencies in favorable alleles are rare in Gyr race which is the foundation of many tropical milk production programs, for this reason, it will be necessary to incorporate these alleles through systematic crosses followed by absorption with the aim of obtaining meat and milk of better quality.

Palabras clave:

Gyr
Trópico
Tauríndicus

Keywords:

Gyr Breed
Tropical dairy
Tauríndicus
Breed

Resumen

En Latinoamérica en general y en México en particular se ha comenzado a utilizar la genómica en los programas de mejoramiento animal. Las regiones tropicales utilizan, por lo general, otras razas respecto a las áreas templadas por lo que es importante la caracterización de los haplotipos relacionados con características de importancia económica. Con objeto de conocer las frecuencias alélicas de genes relacionados con la calidad de la leche y la carne de dos poblaciones de bovinos en el trópico de México, se analizaron muestras de sangre de 15 animales de la raza Gyr (dos explotaciones) y 15 de la raza sintética Tauríndicus (dos explotaciones). El análisis de laboratorio se realizó por la técnica de PCR-RFLP, donde se determinaron los alelos de cada SNP. Los genes analizados fueron k-caseína, relacionado con el rendimiento quesero, Tiroglobulina, relacionado con el marmoleo de la carne y CAST relacionado con la ternera de la carne. Las frecuencias alélicas del alelo favorable para el gen de la k-caseína fueron 15% y 6% en las poblaciones Tauríndicus y Gyr, respectivamente. Para el gen del marmoleo Tiroglobulina la frecuencia del alelo favorable fue de 15.8% y 0.0% y de la Calpaina (CAST) 58% y 53%, para las poblaciones Tauríndicus y Gyr, respectivamente. Las frecuencias de los alelos favorables son poco frecuentes en la raza Gyr que es la base de muchos programas de producción lechera tropical, por lo que será necesario incorporar estos alelos a través de cruzamientos sistemáticos seguidos de absorción con el fin de obtener mejor calidad de carne y leche.

Introducción

La ganadería tropical mexicana está compuesta por un mosaico genético muy variado, sin embargo, en la mayoría de las ganaderías hay animales de razas cebuínas o cruces con Cebú. Esto ha ocasionado que el mejoramiento genético sea muy lento. Por otra parte el tamaño promedio de las explotaciones ganaderas de Tabasco es de 12 vacas por productor siendo común que se importen animales de otras latitudes con gran

erosión de los recursos genéticos. En esta región el sistema predominante de manejo es de doble propósito, por lo que se requiere mejorar la calidad tanto en la carne como en la leche producida.

La calidad de los productos producidos de manera natural y que sean propios de las razas que se desarrollan en los trópicos, es una alternativa para mejorar a comercialización y aumentar el ingreso de las poblaciones marginales. La raza está ligada a estos factores de calidad de la carne como el marmoleo (Thaller *et al.* 2003; Núñez González *et al.* 2005) y al color más que la dieta de finalización (Boles *et al.* 2004), donde los marcadores moleculares tienen un papel preponderante dentro de los programas de selección (Van Eenennaam *et al.* 2011). Sin embargo, hay que tener precaución pues los marcadores moleculares están asociados a poblaciones y no pueden usarse de manera general (Casas *et al.* 2005).

Respecto a la calidad de la carne se ha estudiado una enzima, la calpastatina que es inhibidora de la calpaína, que están asociadas al proceso de endurecimiento *postmortem* de la carne. A la fecha se han desarrollado varios marcadores que están asociados a esta enzima (Casas *et al.* 2006).

El marmoleo es una característica cuantitativa afectada por muchos genes y existe una gran variación entre individuos y razas (Casas *et al.* 2007). Un gen se ha asociado al marmoleo y produce la tiroglobulina (TG5), precursor de hormonas tiroideas. El SNP propuesto por tener un efecto sobre el marmoleo de la carne de la tiroglobulina, se ha localizado en la posición 422 de la accesión nº X05380. Se ha asociado con el marmoleo de las canales en algunos estudios y se ha validado en corrales de engorda (Van Eenennaam *et al.* 2007), este mismo marcador también se ha utilizado en lotes de engorda de Australia (Barendse *et al.* 2004).

En cuanto a la κ -caseína es un gen que comprende una secuencia de 13 kb dividida en 5 exones (Alexander *et al.* 1988). Existen dos variantes principalmente A y B, las dos difieren en los aminoácidos 136 y 148. El alelo B está asociado a ser termorresistente, menor tiempo de coagulación y a un 10% más de rendimiento quesero (Azevedo *et al.* 2008). El objetivo de este trabajo es el de conocer las frecuencias alélicas de genes relacionados con la calidad de la leche y la carne de dos poblaciones de bovinos del trópico de México.

Material y métodos

Se analizaron muestras de sangre de 15 animales de la raza Gyr (dos explotaciones) y 15 de la raza sintética Taurindicus (dos explotaciones). En ambas poblaciones se muestrearon sólo 3 machos de cada raza, con el fin de tener una representación de la estructura de la población estudiada. El análisis de laboratorio se realizó por la técnica de PCR-RFLP, donde se determinaron los alelos de cada SNP. Para caracterizar la κ -caseína se emplean los cebadores: F 5'-ATC ATT TAT GGC CAT TCC ACC AAA-3' y R 5'-GCC CAT TTC GCC TTC TCT GTA ACA GA-3 de la secuencia de referencia del NCBI NM_174294 utilizando y llevando a cabo una digestión de los productos amplificados con la enzima *HindIII*, para tipificar los alelos A y B (Medrano & Aguilar-Cordoba 1990). Para caracterizar los SNP asociados a la terneza de la carne y el CAST se utilizan los cebadores: F 5'-AAG TAA AGC CAA AGG AAC ACA CA-3' y R 5'-AGG CTT TTT GGC TGA AAA CA-3' digeridos con la enzima *RsaI*. Para tipificar el marcador TG5 los cebadores utilizados fueron: F 5' GGG GAT GAC TAC GAG TAT GAC TG 3' y TG5 R 5' GTG AAA ATC TTG TGG AGG CTG TA 3', digeridos con la enzima *MboI* (Bonilla *et al.* 2010).

Las frecuencias alélicas se calcularon en la hoja electrónica "Microsatellite Toolkit" (Park 2001).

Resultados y discusión

Las frecuencias génicas y genotípicas para los SNP's estudiados y por cada población se presentan en la tabla I. Las frecuencias del alelo favorable para el gen de la κ -caseína fueron 15% y 6% en las poblaciones Taurindicus y Gyr, respectivamente. Para el gen del marmoleo TG5 la frecuencia del alelo favorable fue de 15% y 0.0% y de la Calpaína (C316) 58% y 53%, para las poblaciones Taurindicus y Gyr, respectivamente.

En general, las frecuencias de los alelos favorables en cada característica estudiada fueron bajas.

Respecto a las frecuencias genotípicas, en el caso de la κ -caseína, la frecuencia del alelo B fue muy baja y el genotipo BB solo se presentó sólo en un animal y el porcentaje de heterocigotos fue del 23%. En el caso del marcador TG5 la frecuencia del genotipo homocigoto favorable fue de solo el 8% en la población Taurindicus y no se encontró ningún animal ni heterocigoto ni homocigoto con el alelo favorable. Tradicionalmente se sabe que el Gyr es una raza lechera dentro de las cebuínas pero no se ve favorecida en cuanto al marmoleo de la carne. En el estudio realizado por Bonilla *et al.* (2010), también encontraron una baja frecuencia del alelo T en la población obteniendo solo el 1% con el genotipo TT.

El genotipo TT para el SNP de la TG5 fue poco frecuente, resultado similar al encontrado en un estudio previo donde se validó el efecto del marcador (Bonilla *et al.* 2010).

La k-caseína presenta predominantemente dos alelos A y B, que fueron los únicos que se determinaron de acuerdo al diseño del estudio. La frecuencia del alelo favorable B en la raza Tauríndicus es similar a la que se ha encontrado en estudios previos (Cervantes *et al.* 2007; Botaro *et al.* 2009). Sin embargo en el caso de la raza Gyr el alelo no estuvo presente en la población estudiada.

Tabla I. Frecuencias Genotípicas y Alélicas por población (*Genotypic and allelic frequencies by population*)

Raza	Gen	Frecuencias genotípicas		Frecuencias alélicas		Raza	Frecuencias genotípicas		Frecuencias alélicas	
Tauríndicus	k-caseína	AA	0.69	A	0.85	Gyr	AA	0.88	A	0.94
		AB	0.23				AB	0.12		
		BB	0.08	B	0.15		BB	0.00	B	0.06
	TG5	CC	0.77	C	0.85		CC	1.00	C	1.00
		CT	0.15				CT	0.00		
		TT	0.08	T	0.15		TT	0.00	T	0.00
	CAST	CC	0.23	C	0.42		CC	0.06	C	0.47
		CT	0.38				CT	0.71		
		TT	0.38	T	0.58		TT	0.24	T	0.53

Conclusiones

De manera preliminar se puede considerar que las frecuencias de los alelos favorables es baja en la raza Gyr que es la base de muchos programas de producción lechera tropical, por lo que será necesario incorporar estos alelos a través de cruzamientos sistemáticos seguidos de absorción con el fin de obtener mejora calidad de carne y leche. La raza Tauríndicus tiene frecuencias alélicas de los alelos favorables en cantidad suficiente para hacer selección asistida por marcadores.

Bibliografía

- Alexander L.J., Stewart A.F., Mackinlay A.G., Kapelinskaya T.V., Tkach T.M. & Gorodetsky S.I. (1988) Isolation and characterization of the bovine kappa-casein gene. *Eur J Biochem* 178, 395-401.
- Azevedo A.L., Nascimento C.S., Steinberg R.S., Carvalho M.R., Peixoto M.G., Teodoro R.L., Verneque R.S., Guimaraes S.E. & Machado M.A. (2008) Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. *Genetics and Molecular Research* 7, 623-30.
- Barendse W., R. , Bunch M., Thomas S., Armitage S.B. & Donaldson N. (2004) The TG5 thyroglobulin gene test for a marbling quantitative trait loci evaluated in feedlot cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 669-74.
- Boles J.A., Bowman J.G., Surber L.M. & Boss D.L. (2004) Effects of barley variety fed to steers on carcass characteristics and color of meat. *Journal of Animal Science* 82, 2087-91.
- Bonilla C.A., Rubio M.S., Sifuentes A.M., Parra-Bracamonte G.M., Arellano V.W., Mendez M.R., Berruecos J.M. & Ortiz R. (2010) Association of CAPN1 316, CAPN1 4751 and TG5 markers with bovine meat quality traits in Mexico. *Genet Mol Res* 9, 2395-405.
- Botaro B.G., Lima Y.V.R.d., Cortinhas C.S., Silva L.F.P.e., Rennó F.P. & Santos M.V.d. (2009) Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38, 2447-54.
- Casas E., White S.N., Riley D.G., Smith T.P.L., Breneman R.A., Olson T.A., Johnson D.D., Coleman S.W., Bennett G.L. & Chase C.C., Jr. (2005) Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science* 83, 13-9.
- Casas E., White S.N., Shackelford S.D., Wheeler T.L., Koohmaraie M., Bennett G.L. & Smith T.P.L. (2007) Assessing the association of single nucleotide polymorphisms at the thyroglobulin gene with carcass traits in beef cattle. *Journal of Animal Science* 85, 2807-14.
- Casas E., White S.N., Wheeler T.L., Shackelford S.D., Koohmaraie M., Riley D.G., Chase C.C., Jr., Johnson D.D. & Smith T.P.L. (2006) Effects of calpastatin and {micro}-calpain markers in beef cattle on tenderness traits. *Journal of Animal Science* 84, 520-5.

- Cervantes P., Luna M., Hernández A., Pérez-Gil F., Ponce P. & Uffo O. (2007) POLIMORFISMO GENÉTICO EN EL LOCUS DE LA KAPPA-CASEÍNA, EN VACAS DE DIFERENTES RAZAS Y CRUCES EN EL TRÓPICO MEXICANO. *Revista de Salud Animal* 29, 78-84.
- Medrano J.F. & Aguilar-Cordoba E. (1990) Genotyping of bovine kappa-casein loci following DNA sequence amplification. *Biotechnology (N Y)* 8, 144-6.
- Núñez González F.A., García Macías J.A., Hernández Bautista J. & Jiménez Castro J.A. (2005) Caracterización de canales de ganado bovino en los valles centrales de Oaxaca. *Técnica Pecuaria en México* 43, 219-28.
- Park S.D.E. (2001) Trypanotolerance in West African Cattle and the Population Genetic Effects of Selection. University of Dublin, Dublin.
- Thaller G., Kuhn C., Winter A., Ewald G., Bellmann O., Wegner J., Zuhlke H. & Fries R. (2003) DGAT1, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Animal Genetics* 34, 354-7.
- Van Eenennaam A.L., Li J., Thallman R.M., Quaas R.L., Dikeman M.E., Gill C.A., Franke D.E. & Thomas M.G. (2007) Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. *J Anim Sci* 85, 891-900.
- Van Eenennaam A.L., van der Werf J.H.J. & Goddard M.E. (2011) The value of using DNA markers for beef bull selection in the seedstock sector. *Journal of Animal Science* 89, 307-20.