EFECTO DE GENES DE TRANSPORTE DE ÁCIDOS GRASOS *FABP3* Y *FABP4* SOBRE EL CONTENIDO DE GRASA INTRAMUSCULAR Y LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN CERDOS IBÉRICOS

Cristina Ovilo[1], Emiliano de Pedro[2], Carmen Barragán[1], Juan García Olmo[2], Carmen Castellanos[1], Estefania Alves[1], Carmen Rodriguez[1], Miguel Toro[1] y Luis Silió[1]
[1] Departamento de Mejora Genética y Biotecnología, INIA, Madrid
[2] Departamento de Producción Animal, ETSIAM, Córdoba

INTRODUCCIÓN

Los genes de la familia *FABP* (Fatty Acid Binding Proteins) codifican para proteinas relacionadas con el transporte intracelular de ácidos grasos desde la membrana plasmática a sus lugares de oxidación o de síntesis de triglicéridos y fosfolípidos. Estas proteínas modulan la concentración intracelular de ácidos grasos y por lo tanto intervienen en la regulación del metabolismo lipídico, por lo que sus genes se consideran candidatos para caracteres de engrasamiento y calidad de carne. Entre los ocho componentes de esta familia, los genes *A-FABP* (*FABP*4), expresado en adipocitos, y *H-FABP* (*FABP*3), expresado en músculos cardíaco y esquelético, han sido objeto de estudios de detección de polimorfismos y análisis de asociación con distintos caracteres, principalmente el porcentaje de grasa intramuscular (GIM). Estos genes son candidatos posicionales además de biológicos, ya que sus localizaciones cromosómicas, en los cromosomas 4 y 6 respectivamente, coinciden con QTLs descritos previamente que afectan al engrasamiento.

Distintos trabajos de Gerbens et al (1997, 1998, 1999, 2000) han descrito polimorfismos en estos genes y han detectado efectos sobre caracteres de engrasamiento. En estos trabajos se observan asociaciones de ambos genes con GIM en poblaciones comerciales de cerdos de raza Duroc. En cambio, en cerdos cruzados de raza Meishan la asociación solo se observa con el *FABP*3. Para el espesor de tocino dorsal estos autores describen asociación con el gen *FABP*3 únicamente en la población Duroc. Otros estudios recientes (Grindfleck et al, 2000; Ovilo et al 2000) describen resultados de asociación similares.

Las diferencias en los resultados obtenidos entre razas y en los efectos de los distintos alelos requieren el análisis de nuevas razas o poblaciones, así como de nuevos caracteres susceptibles de mostrar relación con la función biológica de estos genes. El objetivo de este trabajo ha sido comprobar el efecto de variantes genéticas de ambos genes sobre el contenido de grasa intramuscular y la composición de ácidos grasos en poblaciones de cerdo ibérico con altas edades y pesos de sacrificio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los registros analizados proceden de cerdos castrados de la población experimental Torbiscal, con manejo extensivo (recría con alimentación restringida y ceba en montanera) y sacrificados con una edad y peso medios de 392 días y 158 Kg de peso vivo. Las canales fueron objeto de un despiece comercial y mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) se determinó, en muestras

de lomo y jamón fresco, el contenido en grasa, proteína y agua, así como en muestras de grasa subcutánea el contenido de los ácidos grasos más importantes (C16: 0, palmítico; C18: 0, esteárico; C18: 1, oleico y C18: 2, linoléico) (García Olmo et al., 1998). La información utilizada en este trabajo se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de animales (*n*), media, desviación típica (DT) y heredabilidad (h^2) de cada carácter: peso de la canal, porcentaje de grasa intramuscular en lomo (GIML), jamón (GIMJ), media de ambos (GIMM) y composición en ácidos grasos de grasa subcutánea

Carácter	*n*	Media	DT	h^2	Carácter	*n*	Media	DT	h^2
P.Canal, kg	249	132,7	16,7	-	C16:0	249	21,2	1,2	0,37
GIML, %	196	8,1	2,4	0,46	C18:0	249	10,7	0,9	0,70
GIMJ, %	196	5,9	2,1	0,68	C18:1	249	51,4	1,9	0,42
GIMM, %	196	6,9	2,0	0,54	C18:2	249	11,0	0,7	0,28

[$] Composición de ácidos grasos expresada como porcentaje sobre total de ácidos grasos

Los polimorfismos utilizados en el análisis corresponden a un marcador de tipo microsatélite localizado en el primer intrón del gen *FABP*4 (Gerbens et al, 1998) y un marcador de tipo PCR-RFLP, localizado en el segundo intrón del gen *FABP*3 y detectado con el enzima de restricción *HaeIII* (Gerbens et al, 1997)

Para la estimación de parámetros genéticos se empleó el programa VCE 4.2. En los diversos análisis realizados se empleó un modelo multicarácter en el que se consideraron como efectos fijos la línea genética (2 niveles: C y S) y el año de sacrificio (3 niveles), como covariable el peso de la canal y como efectos aleatorios el genotipo del individuo y el residuo.

Para el análisis del *FABP*3, el genotipo del gen candidato se incluyó en el modelo lineal como un efecto fijo, estimándose el efecto aditivo del gen como la diferencia entre homocigotos y el dominante como la diferencia entre el heterocigoto respecto a la media de los homocigotos. En el caso del gen *FABP*4, los 4 alelos detectados se incluyeron como covariables de valores 0, 1 y 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las frecuencias alélicas del polimorfismo del gen *FABP*3 en la población analizada son desequilibradas, siendo mayoritario el alelo *D* (0,82). Este resultado no coincide con las frecuencias descritas en otras razas, en las que el alelo de mayor frecuencia es el *d*. En el Cuadro 2 se presentan los efectos aditivo y dominante del gen *FABP*3. Dado que el lugar donde se expresa principalmente este gen es el músculo esquelético y según los resultados descritos previamente, cabría esperar un efecto de sus variantes genéticas sobre el contenido de grasa intramuscular en lomo y jamón. Estos efectos, aunque apreciables, no son significativos probablemente debido a que el número de registros disponibles es muy limitado.

Los tamaños medios de los alelos detectados en esta población para el microsatélite del gen *FABP*4 fueron 248, 250 252 y 254 pb siendo sus

frecuencias alélicas 0,02, 0,43, 0,10 y 0,45 respectivamente. En el Cuadro 3 se presentan los coeficientes de regresión de los 4 ácidos grasos analizados sobre los alelos del gen *FABP4*. Estos resultados se han expresado como relativos al alelo 4, que fue el que aparecía con una frecuencia más alta en la población analizada. Dada la expresión de este gen en los adipocitos cabe esperar que los caracteres sobre los que influyan sus variantes sean los relativos a la composición de los tejidos de depósito graso. Los resultados de este trabajo muestran asociación sugestiva de este gen con tres de los ácidos grasos analizados

En el análisis de los dos genes, tanto la baja informatividad de los polimorfismos analizados como el reducido número de registros disponibles, puede limitar la significación de los efectos observados y hace aconsejable ampliar estos estudios.

Cuadro 2. Efectos aditivo ($2a = DD - dd$) y dominante ($Dd - 1/2(DD + dd)$) del gen *FABP3* (*HaeIII* RFLP) sobre el contenido en grasa intramuscular de lomo (GIML), jamón (GIMJ) y la media de ambos (GIMM)

Efectos *FABP3*	GIML, %	GIMJ, %	GIMM, %
Aditivo	0,52 (0,92)	0,44 (0,81)	0,20 (0,27)
Dominante	-0,36 (0,54)	-0,27 (0,48)	-0,11 (0,43)

Cuadro 3. Coeficientes de regresión del contenido en ácidos palmítico (C16: 0), esteárico (C18: 0), oleico (C18: 1) y linoleico (C18: 2) sobre alelos del gen *FABP4*

Alelos *FABP4*	C16:0	C18:0	C18: 1	C18: 2
248	0,03 (0,39)	0,41 (0,38)	-0,28 (0,62)	0,22 (0,28)
250	-0,08 (0,11)	0,01 (0,10)	-0,02 (0,17)	0,15 (0,08)[§]
252	-0,36 (0,17)*	-0,37 (0,17)*	0,41 (0,28)	0,12 (0,13)

* $P < 0,05$; [§] $P < 0,06$

REFERENCIAS

García Olmo J. et al. (1998) *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 6: 307-312
Gerbens F. et al. (1997) *Mammalian Genome* 8: 328-332.
Gerbens F. et al. (1998) *Mammalian Genome* 9: 1022-1026.
Gerbens F. et al. (1999) *Journal of Animal Science* 77: 846-852.
Gerbens F. et al. (2000) *Journal of Animal Science* 78: 552-559.
Grindflek E. et al. (2000) Proc. International Plant and Animal Genome VIII Conference (San Diego).
Ovilo C. et al. (2000) 27 International Conference on Animal Genetis, International Society of Animal Genetics (Minnesota, USA).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto SC98-083.