

EFFECTOS DE LA SUSTITUCIÓN *IGF2:g.3072G>A* SOBRE CARACTERES PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD DE CARNE EN CERDOS PESADOS

Fernández, A.I., Ovilo, C., Fernández, A., Rodríguez, C., Silió, L.
Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, 28040 Madrid
E-mail: avila@inia.es

INTRODUCCION

El gen *IGF2* (*insulin-like growth factor*) desempeña un importante papel en la proliferación y diferenciación de fibras musculares en mamíferos. La sustitución *IGF2:g.3072G>A*, localizada en el intrón 3 del gen porcino, anula la interacción con un represor nuclear de modo que los animales que heredan de su padre la mutación A presentan una mayor expresión del gen en el tejido muscular (Van Laere *et al.*, 2003). Esta mutación explica un QTL de expresión paterna localizado en el cromosoma 2, y se han confirmado sus efectos sobre crecimiento muscular y depósito de grasa en diversos cruces experimentales y poblaciones porcinas (Jungerius *et al.*, 2004; Heuven y Bovenhuis, 2005; Estellé *et al.*, 2005). Aunque se ha recomendado la selección de machos finalizadores homocigotos AA para la mejora de la composición de la canal, la información publicada sobre los efectos de la mutación en otros caracteres de importancia económica es escasa y poco conclusiva (Liu *et al.*, 2006; Buys *et al.*, 2006). El objetivo de este trabajo ha sido la verificación en cerdos pesados de los efectos de esta mutación sobre caracteres productivos y su modo de herencia, así como la evaluación de los posibles efectos indeseables sobre caracteres de calidad de carne y grasa, que son críticos en la producción destinada a la industria transformadora.

MATERIAL Y METODOS

Animales y registros: Los animales analizados en este estudio son cerdos castrados procedentes de cruces Landrace x Sintética Chino Europea realizados por la empresa Gene+ Ibérica, de los que se dispone de registros de crecimiento, medidas de engrasamiento en vivo y canal, peso de las principales piezas y parámetros de calidad de carne y grasa (Ovilo *et al.*, 2005).

Genotipado: El genotipado de la mutación *IGF2:g.3072G>A* se realizó en un equipo PSQ HS 96 (Pyrosequencing AB, Uppsala, Suecia) de acuerdo con el protocolo descrito por Van Laere *et al.* (2003). Este protocolo se aplicó a 307 animales con registros, además de 63 de los 78 parentales, infiriéndose el genotipo de los 15 restantes a partir del de sus hijos. Los animales AG nacidos de padre y madre AG fueron excluidos de los análisis de asociación, al no ser posible establecer en ellos el origen paterno o materno del alelo A.

Modelos estadísticos: En el análisis del efecto de la mutación con expresión paterna (*IGF2_{PAT}*) se utilizó el siguiente modelo animal $y_i = \text{lote}_i + \beta \text{cov}_i + IGF2_{PAT} \lambda_i + u_i + e_i$ donde y_i es el registro fenotípico del animal i ; cov_i es una covariable (edad para los datos de crecimiento y peso de la canal para los de calidad de canal, carne o grasa) y β el coeficiente de regresión correspondiente; λ_i es una variable auxiliar que toma valores 1/2 cuando el alelo recibido del padre es el A y -1/2 cuando lo es el G; u_i es el efecto genético infinitesimal y e_i el residuo. La significación estadística del efecto *IGF2_{PAT}* se calculó comparando los correspondientes modelos completo y reducido mediante el cociente de verosimilitudes (LRT). El posible efecto de la mutación asumiendo el sellado del alelo paterno y expresión del materno (*IGF2_{MAT}*) se analizó mediante un modelo análogo, en el que los valores de λ_i representan el alelo recibido de la madre. Para la realización de los cálculos estadísticos se utilizó el programa QxPak (Pérez-Enciso y Misztal, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSION

El peso medio al sacrificio de los animales analizados fue de 126.88 kg. No se observaron efectos significativos del alelo *IGF2* paterno sobre el crecimiento de estos cerdos. En la

Tabla 1 se presentan los resultados relativos a caracteres de composición corporal: espesor de grasa (EG) medido en vivo por ultrasonido y medido sobre la canal en el punto P2 y en el *Gluteus medius* (GM) además de los pesos de lomo, paletas y jamones. Estos resultados confirman el efecto negativo del alelo paterno A sobre las medidas de grasa dorsal y su efecto positivo sobre el peso de las piezas nobles, equivalente a 0.38 ± 0.13 kg ($P < 0.005$) para la suma conjunta de paletas y jamones. Sin embargo, la magnitud de este efecto favorable sobre el peso de estas piezas es sensiblemente inferior a la estimada en trabajos previos (Estellé *et al.*, 2005), pese a que las canales de los animales del presente trabajo tiene un mayor peso: 98 kg frente a los 72 y 75 kg de media en las dos poblaciones analizadas en el citado trabajo. Por último, no se observa en nuestros resultados un efecto significativo sobre el peso del lomo.

En el análisis del mismo conjunto de datos asumiendo expresión materna, es decir considerando el origen materno del alelo A ($IGF2_{MAT}$), no se observa efecto significativo alguno sobre los caracteres citados. Por ejemplo, el efecto $IGF2_{MAT}$ estimado sobre la suma conjunta de paletas y jamones es de 0.13 kg \pm 0.08 kg ($P < 0.120$). Estos resultados no significativos son los esperados si no existe expresión del alelo A materno.

Tabla 1. Efectos del alelo paterno heredado del gen *IGF2* sobre diversos caracteres de composición corporal

	<i>n</i>	Media	SD	$IGF2_{PAT} \pm SE$	<i>P</i>
EG a 102 kg, mm	275	20.86	3.31	-1.08 ± 0.58	0.062
EG canal en P2, mm	277	28.94	6.81	-0.43 ± 1.52	0.773
EG canal en GM, mm	277	26.30	6.14	-2.59 ± 1.28	0.042
Peso Lomo, kg	223	2.60	0.38	0.05 ± 0.07	0.488
Peso Paletas, kg	277	7.14	0.72	0.19 ± 0.07	0.003
Peso Jamones, kg	277	11.45	1.16	0.18 ± 0.09	0.052

En la Tabla 2 se presentan los resultados equivalentes para caracteres de calidad de carne registrados en *Longissimus dorsi*: pH 45 min, parámetros de color Minolta registrados (L^* , a^* , b^*) y calculados a partir de los anteriores (H^0 y C^*) y porcentaje de grasa intramuscular así como de calidad de grasa: porcentaje en grasa subcutánea de los ácidos grasos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2). En el primer grupo, no se aprecia efecto significativo del alelo paterno A sobre el % de grasa intramuscular, pero sí un efecto negativo sobre el pH a los 45 min y otro muy destacado sobre el conjunto de parámetros relacionados con la percepción visual del color de la carne (luminosidad, tono, intensidad). Este resultado contradice aparentemente las diferencias observadas para estas medidas del color entre los genotipos del gen *IGF2* en cerdos canadienses (Liu *et al.*, 2006). La comparación entre ambos estudios no es plenamente factible, dado que los autores de este trabajo, que combina información de animales de razas Landrace, Yorkshire y Duroc, no han podido determinar el origen parental de los alelos. Por último, no se aprecian efectos significativos sobre el contenido de los principales ácidos grasos en la grasa subcutánea. Hay indicios de un posible efecto positivo del alelo paterno A sobre el contenido en C18:2 que, de confirmarse en una muestra de animales más amplia, sería un efecto asociado al efecto principal sobre el crecimiento muscular, ya que la relación entre composición corporal magra y contenido en linoleico de la grasa está claramente establecida en cerdos.

Tabla 2. Efectos del alelo paterno heredado del gen *IGF2* sobre caracteres de calidad de carne y grasa

	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>SD</i>	<i>IGF2_{PAT} ± SE</i>	<i>P</i>
<i>Longissimus dorsi</i>					
<i>pH</i> 45 min	265	6.22	0.35	-0.16 ± 0.06	0.013
Minolta CIE <i>L</i> *	160	46.07	3.20	-4.30 ± 2.08	0.041
Minolta CIE <i>a</i> *	163	5.91	1.44	-1.11 ± 0.51	0.034
Minolta CIE <i>b</i> *	163	11.23	1.35	-1.97 ± 0.64	0.002
Valor Hue <i>H</i> ^o	163	62.49	5.21	-5.93 ± 3.01	0.052
Valor Chroma <i>C</i> *	163	12.74	1.61	-2.24 ± 0.73	0.003
Grasa Intramuscular, %	274	2.42	0.93	0.31 ± 0.21	0.154
<i>Grasa subcutánea</i>					
C16:0, %	268	23.61	1.05	-0.10 ± 0.24	0.692
C18:0, %	268	12.89	1.11	-0.16 ± 0.25	0.512
C18:1, %	268	47.17	1.39	-0.14 ± 0.29	0.613
C18:2, %	268	9.66	0.89	0.32 ± 0.20	0.088

La menor magnitud de los efectos sobre la conformación de las canales y los posibles efectos no deseables sobre algunos caracteres de calidad hacen pensar que el empleo de la mutación *IGF2:g.3072G>A* en la selección de machos terminales AA para cruces orientados a la producción de cerdos pesados para la industria requiere una reconsideración más precisa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración entusiasta de Marcos Nieto y Fernando Flamarique. El trabajo se realizó en el marco del proyecto FIT-0100000-2001-5

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Buys, N., Van den Abeele, G. *et al.* 2006. Effect of the *IGF2*-intron3-G3072A mutation on prolificacy in sows. *8th WCGALP*, 13-18 Agosto, Belo Horizonte, Brasil.
- Estellé, J., Mercadé, A. *et al.* 2005. Effect of the porcine *IGF2*-intron3-G3072A substitution in an outbred Large White population and in an Iberian x Landrace cross. *J. Anim. Sci.* 83, 2723-2728.
- Heuven, H.C.M. y Bovenhuis, H. 2005. Effect of *IGF2* on growth characteristics of F2 Meishan x White crossbreds. Paper G6.10. *56th Annual Meeting EAAP*, 5-8 Junio, Uppsala, Suecia.
- Jungerius, B.A.S., Van Laere, M. *et al.* 2004. The *IGF2*-intron3-G3072A substitution explains a major imprinted QTL effect on backfat thickness in a Meishan x European White pig intercross. *Genet. Res.* 83, 1-6.
- Liu, Y., Sullivan, B. *et al.* 2006. Effect of *IGF2* gene on carcass and meat quality in Canadian swine. *8th WCGALP*, 13-18 Agosto, Belo Horizonte, Brasil.
- Ovilo, C., Fernández, A. *et al.* 2005. Association of *MC4R* variants with growth, fatness, carcass composition and meat and fat quality traits in heavy pigs. *Meat Sci.* 73, 42-47.
- Pérez-Enciso, M. y Misztal, I. 2004. QxPak: A versatile mixed model application for genetical genomics and QTL analyses. *Bioinformatics* 20, 2792-2798.
- Van Laere, A.S., Nguyen, M. *et al.* 2003. A regulatory mutation in *IGF2* causes a major QTL effect on muscle growth in the pig. *Nature* 425, 832-836.