EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE ALMIDÓN RESISTENTE EN LA RACIÓN SOBRE LOS FLUJOS CIRCULATORIOS DE GLUCOSA E INSULINA Y LA ACTIVIDAD LIPOGÉNICA EN TEJIDO GRASO Y MUSCULAR DE LOS CERDOS EN CRECIMIENTO

D. Martínez-Puig [1], J.F. Pérez [1], J. Mourot [2] y M. Anguita [1]

[1] *Dept. Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193.*

[2] *Institute National de la Recherche Agronomique, Station de recherches porcines, Saint-Gilles 35590, France.*

INTRODUCCIÓN

A diferencia de las aves o los primates en que la lipogénesis es fundamentalmente hepática, el cerdo presenta la actividad lipogénica, mayoritariamente en el tejido adiposo y en menor medida en muscular (Mersmann *et al.*, 1976). Las dietas destinadas al ganado porcino son ricas en cereales, y aportan una cantidad importante de almidón como principal sustrato energético, precursor de la síntesis grasa. En particular, se ha demostrado que la expresión de los enzimas críticos en la biosíntesis de ácidos grasos está controlada directamente por el nivel plasmático de glucosa (Girard *et al.*, 1997) e insulina (Sook Sul *et al.*, 2000). Sin embargo, una fracción del almidón ingerido puede resistir la digestión enzimática y fermentar en tracto digestivo posterior, modificando el perfil de nutrientes absorbidos. El objetivo del presente trabajo ha sido valorar el impacto de la administración de 2 almidones con diferentes contenidos en almidón resistente sobre la actividad lipogénica en los tejidos adiposo y muscular del cerdo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en las granjas experimentales de la UAB. Se utilizaron 12 cerdos machos (Landrace x Large White) con un peso inicial de 26 ± 3.6 Kg., alimentados en restricción (90% ingestión voluntaria) durante 38 días con 2 dietas diferenciadas por el almidón añadido (25%) siendo de maíz (ración M) o de patata (ración P) y en consecuencia por su contenido en almidón resistente (52 y 143 g/Kg, respectivamente). Con un peso vivo de 48 ± 1.2 Kg, 6 de los animales fueron cateterizados, se insertó un catéter en la vena safena para infundir el marcador y otro en la arteria femoral para recoger sangre. Durante la semana de recolección de muestras, se ofrecieron 1098 g/día de la dieta experimental en 2 tomas. El día 7, 1 hora antes de la comida de la mañana se administró una infusión constante (0.48 $\mu mol \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$) de 1-^{13}C glucosa (98%) durante 7 horas. Durante todo el periodo de infusión se recogieron muestras de sangre para analizar glucosa, insulina y 1-^{13}C glucosa. Con un peso de 54 ± 1.1 Kg se sacrificó a los animales y se recogieron muestras de tejido adiposo (subcutáneo y abdominal) y muscular (*longissimus dorsi y longissimus thoracis*) para determinar la actividad lipogénica del enzima málico.

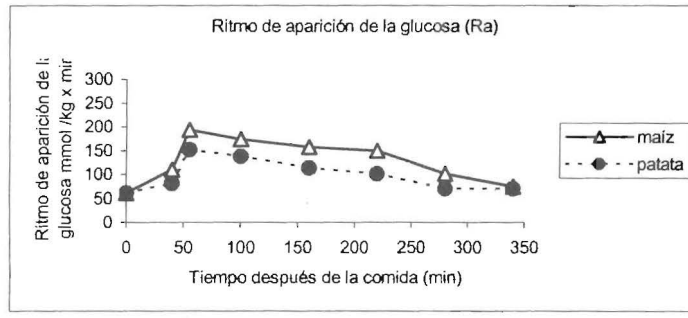
Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el procedimiento GLM del SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la ingestión de la comida se observó en ambos tratamientos un incremento de la glucosa plamática desde los niveles basales (4.85 mmol/L), alcanzando su nivel maximo a los 30 minutos en el tratamiento de maíz (5.59 mmol/L) y a los 45 minutos en el de patata (5.39 mmol/L). El area debajo de la curva (ADC) de la glicemia plasmática durante el periodo registrado fue cuantitativamente superior

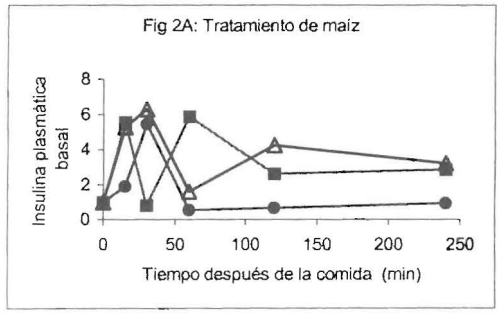
para el tratamiento de maíz que el de patata (93.26 *vs.* 52.99, P=0.1729), aunque las diferencias no alcanzaron significancia estadística. Diferencias en la concentración plasmática de glucosa se asociaron a diferencias en el ritmo de aparición de la glucosa plasmática entre los 0 y 340 minutos después de la ingestión de alimento (Figura 1). Asimismo el ADC fue cuantitativamente superior para el tratamiento de maíz que el de patata (23.46 *vs.* 15.43 mmol $\cdot Kg^{-1}$ / min $^{-1}$, P=0.2298) debido probablemente a la mayor digestibilidad ileal del almidón que fue de 96.95 y 75.58% para los tratamientos de maíz y patata respectivamente (Martínez-Puig *et al.*, 2003).

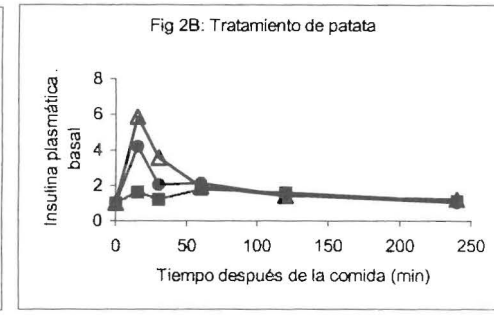
Figura 1 – Evolución media del flujo de entrada en plasma de la glucosa postpandrial de cerdos en crecimiento tras la administración de una ración con un 25% de almidón de maíz (ración M) o de patata (ración P). (n=3)



Las diferencias en el flujo de glucosa plasmática provocaron variaciones en los niveles de insulina plasmática y en particular en su patrón de liberación. El ADC expresado en multiples de la concentración basal fue superior para el tratamiento de maíz que el de patata (453.61 *vs.* 209.68 µU/mL, P= 0.2507).
Tal y como se observa en la figura 2, todos los animales alimentados con la ración P presentaron un solo pico de insulina 15 minutos después de la ingestión, mientras que con la ración M se produjeron en 2 de los animales, 2 descargas de insulina, lo cual refleja la persistencia del mayor flujo de glucosa observado.

Figura 2 – Curvas de la insulina plasmática postpandrial desde tiempo 0 a 240 min. de cerdos en crecimiento tras la administración de una ración con un 25% de almidón de maíz (ración M, Fig. 2A) o de patata (ración P, Fig. 2B).





Las diferencias descritas en la disponibilidad de glucosa plasmática en las dietas P y M promovieron cambios en la actividad lipogénica del enzima málico en los tejidos grasos subcutáneo (4.22 *vs.* 2.46) y abdominal (4.04 *vs.* 1.88 NADPH · min $^{-1}$ ·g $^{-1}$ proteína, respectivamente) (Tabla 1). En el mismo sentido el espesor de la grasa dorsal fue superior en el tratamiento M respecto al P (10 *vs.* 8,2 mm; P=0.06). Sin embargo, no se detectaron diferencias ni en la actividad lipogénica de los músculos estudiados ni en su contenido lipídico (Tabla 1). En conclusión, los resultados reflejan diferencias cuantitativamente apreciables en el índice glicémico y descarga de insulina de las 2 raciones estudiadas, aunque el reducido número de animales utilizado en el experimento condicionó su significancia estadística. Estas diferencias fueron suficientes para modificar la actividad lipogénica de los tejidos adiposos tanto a nivel subcutáneo como abdominal, pero no en los tejidos musculares, en los cuales la regulación de la expresión de los enzimas lipogénicos parece ser menos dependiente de las variaciones nutricionales.

Tabla 1 – Actividad del enzima málico determinada en tejido adiposo (mmol NADPH min-1 g-1 proteina) y muscular (mmol NADPH min-1 g-1MF) y contenido en grasa de los músculos *longissimus dorsi y longissimus thoracis* de cerdos en crecimiento tras la administración de una ración con un 25% de almidón de maíz (ración M) o de patata (ración P). (n=12)

	Ración M	Ración P	SEM	Probabilidad
Tejido graso				
Subcutaneo	4,22	2,46	0,359	<0,01
Abdominal	4,04	1,88	0,548	<0,05
Tejido muscular				
Longissimus thoracis	2,73	2,77	0,205	N.S.
Longissimus dorsi	1,43	1,46	0,205	N.S.
Contenido en grasa (g/KG MS)				
Longissimus thoracis	1,98	1,61	0,280	N.S.
Longissimus dorsi	0,68	0,68	0,125	N.S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Girard, J., Ferré, P. y Foufelle, F. (1997). *Annual Reviews of Nutrition*, 17: 325-352.

Martínez-Puig, D., Pérez, J.F., Castillo, M., Andaluz, A., Anguita, M., Morales, J y Gasa J. (2003) *Journal of Nutrition.* 133: 134-139.

Mersmann, H. J., Allen, C.D., Steffen, D.G., Brown, L.G. y Danielson, D.M. (1976). *Journal of Animal Science*, 43: 140-150.

SAS Institute, Inc. (1999). Version 8.1. SAS Institute, Cary, NC.

Sook Sul, H., Latasa, M.J., Moon, Y. y Kee-Hong K. (2000). 130: 315S-320S.