FLUJO NETO PORTAL DE METABOLITOS EN CERDOS IBÉRICOS ALIMENTADOS CON BELLOTAS

Fernández-Fígares[1], I., Rodríguez-López[2], J.M., González-Valero[1], L. y Lachica[1], M.
[1] Departamento de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Camino del Jueves s/n, 18100 Armilla, Granada. ifigares@eez.csic.es
[2] Department Sciences Agronomiques et Animales, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais-Esitpa, 19 rue Pierre Waguet-BP 30313-F-60026 Beauvais Cedex, Francia.

INTRODUCCIÓN

La alimentación del cerdo Ibérico durante la montanera es el factor que más influye en la calidad de la canal. Se alimentan exclusivamente con la bellota y el pasto que encuentran en la dehesa, teniendo una menor ganancia de peso, así como de rendimiento de la canal y del jamón en comparación con cerdos de cebo. La bellota es rica en energía pero su contenido en proteína es muy bajo y el perfil aminoacídico desequilibrado (Nieto *et al*., 2002). Al llegar la montanera, los animales afrontan un cambio drástico en su nutrición al pasar de una dieta equilibrada a otra pobre en proteína que además es deficitaria en lisina, lo que forzosamente debe producir cambios a nivel metabólico para adaptarse a la nueva situación. El objeto de nuestro estudio fue determinar el flujo neto portal (FNP) de metabolitos a través de las vísceras que drenan al sistema porta (VDP) en cerdos Ibéricos alimentados con bellota de encina y evaluar si se producía una adaptación a este desafío nutricional tras una semana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 6 cerdas Ibéricas (25 ± 0.4 kg de peso vivo) puras de la estirpe Silvela (Sánchez Romero Carvajal, Jabugo S.A., Sevilla) alimentadas *ad libitum* con una dieta equilibrada de cebada y harina de soja con un perfil de aminoácidos acorde con la proteína ideal (145 g de proteína bruta (PB)/kg de materia seca (MS) y 14.3 MJ de energía metabolizable (EM)/kg MS). Al alcanzar los 26 kg, a los animales se les implantaron 3 catéteres (Rodríguez-López *et al*., 2013): en arteria carótida y en vena porta para muestreo de sangre, y en vena mesentérica para la infusión de un marcador (ácido para-aminohipúrico, pAH) para determinar el flujo sanguíneo portal. Tras la recuperación de la cirugía las cerdas eran restringidas (2,5 x EM manteniento (EMm)) y la ración diaria ofrecida en dos porciones, 0.25 a las 09.00 y 0.75 a las 15.00 h. A los 34 kg los animales eran alimentados exclusivamente con 2,4 kg de bellota (1,150 kg MS, 54,7 g PB, 18,86 MJ EM) simulando lo que sería la entrada en montanera. Al día siguiente se infundió pAH por vena mesentérica y realizó un primer muestreo (periodo I) seriado de sangre simultáneo en carótida y vena porta durante 6 h tras la ingestión por los animales de 600 g de bellota (0.25 de su ración). Tras el primer muestreo, las cerdas continuaron alimentándose con bellota, 2,4 kg/d en dos porciones como se ha indicado, durante 7 días, en que se realizó un segundo muestreo (periodo II) en condiciones idénticas al primero. Se determinó el hematocrito, mientras que en plasma se analizó la concentración del pAH, glucosa, lactato, albúmina, creatinina, amonio, urea, triglicéridos y colesterol. El flujo sanguíneo portal y el FNP de metabolitos se realizó según el principio de Fick de concentraciones arterio-venosas (Rodríguez-López *et al*., 2013). En el análisis estadístico consideramos el cerdo como la unidad experimental. Las medidas fueron secuenciales en la misma unidad experimental. Los datos postprandiales se sometieron a un análisis ANOVA usando el procedimiento MIXED del SAS. Los efectos principales del modelo fueron el periodo de muestreo, la hora de muestreo y la interacción. Las diferencias se consideraron significativas con $P<0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La glucosa es la fuente principal de carbono para la lipogénesis *de novo*. En este sentido, el aumento de glucosa arterial tras una semana de consumo de bellota puede reflejar una menor captación de la misma para la síntesis de grasa en tejidos. El FNP de glucosa no se alteró entre periodos, no habiendo así cambios en disponibilidad de glucosa para el hígado y tejidos periféricos. La digestión de los carbohidratos de la bellota es más lenta que la de carbohidratos de cebada y maíz (pico de glucosa a las 1,5 y 0,5 h para bellota y cebada-soja, respectivamente; Rojas-Cano *et al*., 2016). El hecho de que el almidón de la bellota

sea resistente a la hidrólisis (Morales *et al*., 2002) podría explicar el menor FNP de glucosa en comparación con dietas con cebada y soja (Rojas-Cano *et al*., 2016) o almidón de guisante o maíz (van der Meulen *et al*., 1997). El mayor FNP de lactato (216%) tras una semana de consumo de bellota podría indicar glucolisis (a pesar de que el FNP de glucosa no varió) a nivel del enterocito, como indicaría el mayor FNP de alanina (Lachica *et al*., comunicación personal) como resultado de la transaminación del glutamato con piruvato; también podría deberse a una mayor fermentación de carbohidratos en el lumen intestinal. El FNP de lactato fue mucho menor que en cerdos Ibéricos alimentados con una dieta de cebada y soja más rica en proteína, probablemente por la menor disponibilidad de aminoácidos gluconeogénicos en la dieta de bellota. De hecho el mayor FNP de lactato y aminoácidos (Lachica, comunicación personal) tras una semana de consumo de bellota daría lugar a más precursores para la gluconeogénesis hepática y una mayor ureagénesis, pero esto no concuerda con los menores niveles de urea sistémica.

El FNP de amonio representa la tasa máxima de catabolismo de aminoácidos por lo que debe ser verificado determinando la contribución de la hidrólisis de la urea intestinal al flujo de amonio. La reducción del FNP de amonio tras una semana de consumo de bellotas debe explicarse por un menor catabolismo de aminoácidos en la mucosa intestinal quedando más aminoácidos disponibles para fines productivos. En efecto, el mayor FNP de aminoácidos mencionado anteriormente proporcionaría más precursores gluconeogénicos al hígado, de acuerdo con el ligero aumento de glucosa arterial, operando en el mismo sentido que el mayor FNP de lactato.

Los niveles plasmáticos de triglicéridos en cerdos alimentados con bellota (6-9% extracto etéreo) fueron mayores que en cerdos alimentados con una dieta de cebada-soja con 2% de aceite de girasol (Rojas-Cano *et al*., 2016) aunque el FNP fue comparable. El similar FNP de triglicéridos en ambos periodos concordaría con una actividad lipogénica *de novo* a partir de glucosa parecida, ya mencionada, y puede reflejar actividad lipoproteinlipasa y nivel de lipoproteínas de muy baja densidad, ricas en triglicéridos, análogos.

Aunque la adaptación al consumo de bellota no alteró el FNP de albúmina, el valor negativo señala que las VDP la usan como fuente de aminoácidos o antioxidante, aunque la importancia del tracto gastrointestinal en el catabolismo de la albúmina es un asunto controvertido.

La mayor concentración de creatinina tras una semana de consumo de bellotas estaría en consonancia con una mayor masa muscular de los animales tras una semana de crecimiento, ya que el músculo es su fuente principal (Kim *et al*., 2008). Tras una semana de consumo de bellotas no se produjeron cambios en el metabolismo de la creatinina en las VDP, pero es interesante el que el FNP sea menor que en cerdos Ibéricos alimentados con dietas de cebada-soja con un nivel de proteína mucho mayor (Rojas-Cano *et al*., 2016).

En conclusión, tras una semana de consumo de bellotas se produjo una menor utilización de la glucosa en los tejidos periféricos y una mayor oxidación en las VDP. El menor FNP de amonio sugiere un menor catabolismo de aminoácidos en el enterocito, hecho que debería confirmarse mediante el estudio del flujo neto de aminoácidos en las VDP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Kim, J.C., Mullan, B.P., Hampson, D.J. & Pluske, J.R. 2008. Brit. J. Nutr. 99: 1217-1225. • Morales, J., Perez, J.F., Baucells, M.D., Mourot, J. & Gasa, J. 2002. Livest. Prod. Sci. 77: 195-205. • Nieto, R., Rivera, M., Garcia, M.A. & Aguilera, J.F. 2002. Livest. Prod. Sci. 77: 227-239. • Rodríguez-López, J.M., Lachica, M., Gonzalez-Valero. L. & Fernandez-Figares, I. 2013. J. Agric. Sci. 151: 434-443. • Rojas-Cano, M., Fernández-Fígares, I., Lara, L. & Lachica, M. 2016. J. Anim. Sci. 94: 207-210. • van der Meulen, J., Bakker, J.G.M., Smits, B. & DeVisser, H 1997. Brit. J. Nutr. 78: 533-544.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por los proyectos AGL 2006-05937/GAN y AGL 2009-08916, Ministerio de Educación y Ciencia.

***Tabla 1**. Concentración arterial y portal y flujo neto portal (FNP) de metabolitos en cerdas Ibéricas (n=6) tras 1 y 8 días, periodos I y II, respectivamente, de alimentación con bellotas*[1]

				Valor de P	
	Periodo I	Periodo II	EEM[2]	Periodo	Tiempo
Arteria					
Glucosa, mg/dl	84	89	1,2	**	ns
Lactato, mmol/l	1,09	1,05	0,048	ns	***
Albúmina, g/dl	3,54	3,33	0,045	**	ns
Creatinina, mg/dl	0,61	0,70	0,011	***	ns
Amonio, μmol/l	240	355	15	***	ns
Urea, mg/dl	31	7	1,6	***	ns
Triglicéridos, mg/dl	3,4	3,3	0,22	ns	ns
Colesterol, mmol/l	2,13	2,33	0,044	**	ns
Vena porta					
Glucosa, mg/dl	106	107	30	ns	***
Lactato, mmol/l	1,18	1,32	0,058	ns	**
Albúmina, g/dl	3,5	3,3	0,31	**	ns
Creatinina, mg/dl	0,7	0,8	0,15	***	ns
Amonio, μmol/l	0,42	0,41	0,012	ns	ns
Urea, mg/dl	31	7	1,80	***	ns
Triglicéridos, mg/dl	3,4	3,4	0,19	ns	ns
Colesterol, mmol/l	2,13	2,34	0,043	**	ns
FNP					
Glucosa, mg/min	159	156	9,6	ns	***
Lactato, mmol/h	4	14	1,0	***	*
Albúmina, mg/min	-306	-265	83	ns	ns
Creatinina,mg/min	0,42	0,41	0,090	ns	ns
Amonio, mmol/h	5,2	2,8	0,30	***	ns
Urea,mg/min	4	2	4,3	ns	ns
Triglicéridos, mg/dl	11	17	12	ns	ns
Colesterol, mmol/h	0,2	0,9	0,44	ns	ns

[1]Media de 11 medidas durante 6 h. La interacción Periodo x Tiempo fue siempre no significativa. [2]Error estándar de la media.

FLUX OF METABOLITES ACROSS PORTAL DRAINED VISCERA IN IBERIAN GILTS FED ACORNS

ABSTRACT: The shift from an equilibrated diet to an acorn diet is a challenge faced by Iberian pigs in the final grazing period in montanera. The aim of the study was to determine net portal-drained viscera (PDV) flux of metabolites in gilts fed acorns. At 26 kg, 3 catheters were placed in 6 gilts: in carotid artery and portal vein, for blood sampling and in mesenteric vein for blood flow marker infusion. After surgery, pigs were fed an equilibrated diet (2.5 × MEm) until the day previous to first sampling (34 kg), when pigs were fed 2.4 kg acorns. Blood was taken for 6 h after feeding 0.25 of daily acorn ration. After 1 week of acorns consumption, a second sampling was performed. Plasma was analysed for marker and metabolites. Adaptation to acorns consumption decreased net PDV flux of ammonia (47%; $P<0.001$). There was a transfer of urea from the gastrointestinal tract to the circulation. No differences in net PDV flux of urea, albumin and glucose was found between periods ($P>0.05$). Net PDV flux of lactate was greatly increased (216%; $P<0.001$). Arterial and portal cholesterol increased (9-10%; $P<0.01$). In conclusion, acorn feeding represents a nutritional challenge that acutely affects the protein metabolism of pigs changing PDV flux of metabolites to provide more N to liver and peripheral tissues.

Keywords: Iberian pig, portal-drained viscera, fluxes, metabolites.