APARICIÓN NETA PORTAL DE AMINOÁCIDOS EN CERDOS IBÉRICOS ALIMENTADOS CON BELLOTA

Lachica[1], M., González-Valero[1], L., Rodríguez-López[2], J.M. y Fernández-Fígares[1], I.
[1] Departamento de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Camino del Jueves s/n, Armillla, 18100 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

Los cerdos Ibéricos sufren un cambio radical de dieta cuando son trasladados a la dehesa para comenzar la fase de montanera. En esta fase, la alimentación se basa casi exclusivamente en bellota: recurso muy apetecible para los cerdos, de alta energía (rica en almidón y lípidos) pero pobre en proteína tanto cuantitativa como cualitativamente, donde la lisina es en primer aminoácido (AA) limitante. El objetivo de este trabajo fue determinar la aparición neta portal (ANP) de AA y si se afectaba por el periodo de adaptación a la bellota. También se determinó la proporción de AA ingeridos con la bellota que aparecía en porta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 6 cerdos Ibéricos puros alojados individualmente y alimentados 2,5 × energía metabolizable de mantenimiento (EM_m) (422 kJ/$kg^{0,75}$ de peso vivo (PV)/día; Nieto *et al*., 2012) con una dieta estándar (145 g de proteína bruta (PB)/kg de materia seca (MS) y 14,3 MJ EM/kg MS) a las 09:00 (0,25) y 15:00 h (el 0,75 restante). Los cerdos fueron implantados con 3 catéteres (Rodríguez-López *et al*., 2013): en la arteria carótida y vena porta para un muestreo sanguíneo simultáneo, y en la vena ileal para la infusión de ácido para-aminohipúrico (PAH) para determinar el flujo sanguíneo portal. A los 34 kg PV la dieta fue cambiada a bellota exclusivamente (2,4 kg que correspondían a una ingesta de 54,7 g PB y 18,9 MJ EM) y siguiendo el mismo patrón de alimentación descrito. Tras 24 h, se realizó el primer muestreo (M-I) sanguíneo 0, 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 5 y 6 h después de ingerir 0,25 de la ración diaria. Tras 8 días ingiriendo bellota, el muestreo (M-II) fue repetido. En el plasma se analizó PAH y AA libres para calcular el flujo plasmático portal y ANP de AA (González-Valero *et al*., 2012). La ingesta de AA de la bellota fue calculada de acuerdo con los valores obtenidos por Nieto *et al*. (2002). Los datos fueron agrupados y analizados según un ANOVA de una vía. Las diferencias fueron consideradas significativas cuando $P<0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1. Stoll *et al*. (1998) obtuvieron, en cerdos lactantes, que 64% de la proteína ingerida aparecía como AA libres en la porta, concluyendo que 1/3 de los AA esenciales eran consumidos por el intestino. Yin *et al*. (2010) obtuvieron un valor similar (69%) en cerdos de 25 kg PV alimentados con una dieta estándar. En nuestro estudio el valor obtenido fue 83 y 110% para el M-I y M-II, respectivamente; este aumento proveería al hígado vía porta de más precursores para la gluconeogénesis lo que estaría en concordancia con el aumento arterial de glucosa y con la baja ANP de urea y amonio (datos no presentados) encontrados en M-II, que implicaría un aumento en la eficiencia en la utilización y retención de N como respuesta a un recurso alimenticio tan pobre en proteína como la bellota. Una relación ANP/AA ingeridos mayor a 1 probablemente implica una síntesis neta del AA en el intestino o una reducción en el metabolismo intestinal (Yen *et al*., 2004). Se produjo un incremento (45%; $P<0,05$) en ANP de AA en M-II *vs.* M-I. Este incremento fue acompañado por un incremento en el consumo de O_2 de las vísceras que drenan al sistema porta del 29% (datos no presentados) lo que indicaría, junto con lo mencionado anteriormente, un aumento en la síntesis de AA en detrimento del catabolismo de AA por parte del intestino, principalmente. En cerdos bien alimentados, los AA esenciales pueden ser una importante fuente de energía para la mucosa del intestino delgado (Stoll *et al*., 1998).

La ANP es particularmente baja para arginina, isoleucina, metionina y triptófano, pudiéndose considerar como AA limitantes para el depósito intestinal de proteína (Stoll *et al*., 1998). Este consumo de AA por el intestino podría indicar síntesis de proteína (Rérat, 1993). El incremento (118%; P<0,05) de ANP de alanina es más que notable en M-II *vs*. M-I seguramente debido a un incremento de la síntesis neta de la misma por el tejido intestinal (Stoll *et al*., 1998). La síntesis de alanina procede del metabolismo de glutamato y glutamina, y probablemente también del metabolismo de AA ramificados y piruvato (Rérat, 1993). La ANP de alanina y glicina fue alta, lo que también fue observado por Lenis *et al*. (1996). En la misma línea Yin *et al*. (2010) encontraron que el intestino delgado sintetiza *de novo* y libera grandes cantidades de alanina, citrulina y prolina.

La ANP de arginina es muy baja debido a su metabolización durante el transporte intestinal para originar citrulina y ornitina (Dudée *et al*., 1995).

La tirosina, además de proceder del alimento, puede derivar de fenilalanina e hidroxiprolina (Stoll *et al*., 1998).

Glutamato y glutamina son AA muy importantes en el suministro de energía al epitelio intestinal (Stoll *et al*., 1998) dependiendo su concentración del balance entre su síntesis y degradación. El intestino es el único órgano donde tanto el glutamato como la glutamina son precursores para la síntesis de prolina (Watford, 2008).

Bacterias en el lumen del intestino delgado usan activamente AA para la síntesis proteica y oxidación (Dai *et al*., 2010), lo que puede explicar los valores negativos de ANP respecto a los AA ingeridos con la bellota (Stoll *et al*. 1998), o su utilización para síntesis de proteína intestinal. Rérat (1993) señaló la existencia de un "factor tiempo" en la relación entre el uso digestivo y metabólico de los nutrientes.

En conclusión, tras una semana de alimentación exclusivamente con bellota la ANP de AA se incrementó. Este hecho junto con que la relación ANP/AA ingeridos también se incrementó superando incluso el 100%, implicaría que los cerdos experimentan una adaptación a un recurso muy pobre en proteína, aumentando la eficiencia de utilización de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Dai, Z.L., Zhang, J., Wu, G & Zhu, W.Y. 2010. Amino Acids. 39: 1201-1215. • Duée, P.H., Darcy-Vrillon, B., Blanchier, F. & Morel, M.T. 1995. Proc. Nutr. Soc. 54: 83-94. • González-Valero, L., Rodríguez-López, J.M., Lachica, M. & Fernández-Fígares, I. 2012. J. Anim. Sci. 90, 110-112. • Lenis, N.P., Bikker, P., van der Meulen, J., van Diepen, J.T., Bakker, J.G. & Jongbloed, A.W. 1996. J. Anim. Sci. 74: 2687-2699. • Nieto, R., Lara, L., Barea, R., García-Valverde, R., Aguinaga, M.A., Conde-Aguilera, J.A. & Aguilera, J.F. 2012. J. Anim. Sci. 90: 3809-3820. • Nieto, R., Rivera, M., García, M.A. & Aguilera, J.F. 2002. Livest. Prod. Sci. 77: 227-239. • Rérat, A. 1993. Proc. Nutr. Soc. 52: 335-344. • Rodríguez-López, J.M., Lachica, M., González-Valero, L. & Fernández-Fígares, I. 2013. J. Agr. Sci. 151: 434-443. •Stoll, B., Henry, J., Reeds, P.J., Yu, H., Jahoor, F. & Burrin, D.G. 1998. J. Nutr. 128: 606-614. • Watford, M. 2008. J. Nutr. 138: 2003S-2007S. • Yen, J.T., Kerr, B.J., Easter, R.E. & Parkhurst, A.M. 2004. J. Anim. Sci. 82:1079-1090. • Yin, Y., Huang, R., Li, T., Ruan, Z., Xie, M., Deng, Z., Hou, Y. & Wu, G. 2010. Amino Acids. 39: 1581-1587.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2006-05937/GAN y AGL2009-08916, Ministerio de Economía y Competitividad.

Tabla 1. *Aparición neta portal (ANP; µmol/min) de aminoácidos (AA), AA ingeridos (mmol) durante el muestreo (6 h) y proporción de AA de la bellota que aparecen en la porta de cerdos Ibéricos (34 kg PV; n=6) alimentados con bellota en el primer (M-I) y segundo (M-II) muestreo.*

	ANP		EEM[1]	P-valor	AA ingeridos	ANP/AA ingeridos	
	M-I	M-II				M-I	M-II
Arginina	-9,67	-13,1	3,858	0,524	3,79	-0,918	-1,244
Histidina	1,61	4,66	0,542	<0,001	1,17	0,497	1,437
Isoleucina	-1,08	-1,48	1,174	0,825	3,67	-0,106	-0,145
Leucina	3,91	6,86	1,064	0,056	4,79	0,294	0,515
Lisina	3,76	8,72	2,477	0,161	2,96	0,457	1,061
Metionina	-0,28	-0,36	0,570	0,925	1,46	-0,069	-0,089
Fenilalanina	3,03	5,00	0,712	0,054	2,32	0,470	0,775
Treonina	70,0	57,8	7,51	0,257	2,72	9,270	7,654
Triptófano	-1,74	-0,95	0,853	0,513	-	-	-
Valina	-0,77	6,42	2,789	0,073	4,11	-0,067	0,562
Ácido aspártico	2,07	1,35	0,845	0,547	15,7	0,048	0,031
Ácido glutámico	-17,9	-21,0	7,78	0,778	9,82	-0,656	-0,770
Alanina	34,8	75,7	6,31	<0,001	5,26	2,381	5,180
Asparagina	10,1	20,6	3,28	0,028	-	-	-
Cisteína	8,15	-0,93	3,402	0,187	1,86	1,574	-0,180
Citrulina	4,41	5,49	0,556	0,176	-	-	-
Glutamina	-9,05	-0,16	3,574	0,085	-	-	-
Glicina	43,1	63,3	7,49	0,064	5,76	2,693	3,956
Hidroxiprolina	1,82	4,07	0,568	0,007	-	-	-
Ornitina	20,8	30,3	2,97	0,028	-	-	-
Prolina	21,4	35,2	2,88	0,001	5,74	1,343	2,209
Serina	1,43	3,74	2,39	0,497	4,07	0,126	0,330
Taurina	4,02	5,34	0,908	0,310	-	-	-
Tirosina	2,21	4,41	0,776	0,050	1,45	0,550	1,098
AA total	206	299	32,4	0,048	76,7	0,825[2]	1,099[2]

[1] Error estándar de la media.
[2] Calculado exclusivamente en base a los AA de bellota analizados (Nieto *et al*., 2002).

NET PORTAL APPEARANCE OF AMINO ACIDS IN IBERIAN PIGS FEED ACORN

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the net portal appearance (NPA) of amino acids (AA) in Iberian pigs fed with acorn from evergreen oak, and to ascertain if there is an effect of acorn feeding over the time. In addition, potential contribution of acorn AA to the NPA was determined. Six gilts were fitted with three catheters: in carotid artery and portal vein for blood sampling, and in ileal vein for para-aminohippuric acid (PAH) infusion to measure portal blood flow (PBF). Pigs were on metabolic cages and fed a commercial diet (2.5 × metabolizable energy for maintenance (ME_m)) in two portions, at 09:00 (0.25) and 15:00 h (the remaining 0.75), during the whole study. The day previous to first sampling period, pigs (34 kg BW) were fed 2.4 kg of acorn (54.7 g CP and 18.9 MJ ME intakes). Blood was taken simultaneously from carotid artery and portal vein 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5 and 6 h after feeding 0.25 of total daily acorn ration. Plasma was stored until PAH and AA analysis. Pigs continued having 2.4 kg of acorn in the same portions for one week after which the second sampling period was done following identical protocol. The PBF and NPA of AA were based on Fick principle. NPA of AA was greater (45%, P<0.05) in sampling period II compared to I. After one week of acorn feeding, NPA of AA increased as well as the ratio NPA/AA intake which could be an adaptation to a very poor protein source increasing the efficiency of protein utilization.

Keywords: amino acid, acorn, pig, portal-drained viscera.