

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA CON SUPLEMENTACION DE LISINA CRISTALINA (L-lisina HCl) EN CERDOS EN ACABADO. I. DIGESTIBILIDAD APARENTE DE AMINOACIDOS MEDIDA EN EL INTESTINO DELGADO.^{1/}

Jorge Marín **
Jimmie R. Corley ***

ABSTRACT

Effect of different levels of protein supplemented with crystalline lysine (L-lysine HCl) in finishing pigs. I. Apparent digestibility of amino acids measured in the small intestine. The apparent digestibilities of amino acids in four experimental diets were determined at the end of the small intestine of finishing pigs. The four diets used in this experiment contained 11.5 (+0.1% L-lysine HCl), 13.0, 13.0 (+0.1% L-lysine HCl), and 14.5 percent of crude protein, respectively. The four diets were given to each of three 50 kg barrows. The animals were fitted with simple T-cannulae approximately 15 cm anterior to the ileocecal valve.

The different protein levels had no effect ($P < 0.05$) on the apparent amino acid digestibilities determined at the end of the small intestine. Supplementation with L-lysine HCl did not significantly affect the apparent digestibility of other amino acids nor the apparent digestibility of lysine measured at the terminal ileum. However, there was a trend for increased lysine availability in diets containing free lysine. It is expected, using the diets of this experiment, that pigs fed a low protein diet (11.5% crude protein) supplemented with free lysine may perform as well as those fed a high protein ration (14.5% crude protein).

INTRODUCCION

Desde una perspectiva nutricional el cerdo no requiere de proteína *per se*, sino de una fuente de aminoácidos esenciales y de nitrógeno para la síntesis de aquellos no esenciales. El nivel óptimo y balanceado de aminoácidos en la proteína de la dieta no garantiza que su ingestión llene todos los requerimientos de aminoácidos de un ani-

mal, pues algunos de ellos no serán absorbidos si la proteína es digerida incompletamente.

La mayoría de los alimentos preparados para nutrir cerdos contienen grandes cantidades de proteínas provenientes de granos. La lisina, que es un aminoácido esencial para cerdos, es el primer aminoácido limitante en la mayoría de los granos. Este hecho ha motivado tanto el uso de combinaciones proteicas, en la que una o más proteínas complementarán otra con su primer aminoácido limitante, como la suplementación con aminoácidos libres.

Se han obtenido resultados muy valiosos para determinar la digestión y la absorción de un nutrimento en diferentes partes del tracto gastrointestinal de cerdos (12,14,15). Para llevar a cabo semejantes estudios de digestibilidad, la implantación de cánulas en distintas partes del tracto intestinal de cerdos ha sido una herramienta de mucha utilidad.

1/ Recibido para su publicación el 21 de febrero de 1984

* Parte de la Tesis de Maestría presentada al Departamento de Zootecnia de Ohio State University.

** Profesor de Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica.

*** 2121 Fyffee Rd. Columbus, Ohio 43210, U.S.A.

Los principales objetivos del presente estudio fueron:

- Determinar el efecto de diversos niveles de proteína sobre la utilización de aminoácidos en la última porción del intestino delgado de cerdos en acabado.
- Determinar la digestibilidad de los aminoácidos en el intestino delgado de cerdos en acabado cuando son o no suplementados con lisina libre.

MATERIALES Y METODOS

A tres cerdos cruzados, de 50 kg de peso aproximadamente, se les colocó cánulas simples en forma de T por medio de una operación quirúrgica. Las cánulas se colocaron aproximadamente 15 cm anterior a la válvula ileocecal, siguiendo el procedimiento descrito por Corley (5). Después de la operación se alojó a cada animal en jaulas de 0,88 m². Los animales tuvieron un período de recuperación de 7 días. Después de ese período, cada animal fue asignado, al azar, a una de las dietas experimentales, Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas experimentales*

Ingrediente	Dietas %			
	1	2	3	4
	11,5 % P.C. + 0,1 % L – lisina HCl	13,0 % PC	13,0 % P.C. + 0,1 % L – lisina HCl	14,5 % PC
L – lisina HCl ^b	0,13	–	0,13	–
Maíz	88,57	84,32	84,32	80,05
Soya (44 % PC)	8,43	12,68	12,68	16,95
Fosfato dicálcico	0,54	0,43	0,43	0,38
Piedra caliza	0,92	0,95	0,95	0,93
Almidón de maíz	–	0,26	0,26	0,52
Vitaminas ^c	0,10	0,10	0,10	0,10
Minerales Traza ^d	0,35	0,35	0,35	0,35
Premezcla de Selenio	0,05	0,05	0,05	0,05
Triptofano	0,01	–	–	–
Oxido crómico (Cr ₂ O ₃)	0,25	0,25	0,25	0,25
Arena (material rellente)	0,65	0,61	0,48	0,42
Contenido calculado				
Proteína cruda %	11,50	13,00	13,00	14,50
Lisina %	0,55	0,56	0,66	0,67
Kcal EM/kg	3205,00	3205,00	3205,00	3205,00

*Base seca. ^bL – lisina HCl compuesta de 78,3 % L – lisina. ^cProvee por kg de dieta 2,200 U I de Vitamina A; 275 U I de Vitamina D₃; 22 U I de Vitamina E; 4,4 mg de Vitamina K; 11 µg Vitamina B₁₂; 2,64 mg riboflavina; 10,94 mg de ácido pantoténico; 13,22 mg de niacina y 220 mg de colina.

^dProvee por kg de dieta: 10 mg de Cu; 100 mg de Fe; 0,2 mg de I; 40 mg de Mn; 120 mg de Zn y 2,77 g NaCl.

La lisina libre se adicionó a las dietas 1 y 3 para así mantener el mismo nivel de ese aminoácido entre las dietas 1 y 2 y entre las 3 y 4, mientras se variaba el nivel protéico. Cada cerdo recibió las cuatro dietas durante el experimento, consumiendo 1,5 kg del alimento a intervalos de 12 horas. Así, cada animal recibió 3,0 kg de alimento por día como recomienda el N.R.C. (10). El óxido crómico (Cr_2O_3) se utilizó como indicador de digestibilidad.

Después del período de adaptación de 6 días, se colectaron muestras de la digesta del ileum y de la dieta durante cada período de muestreo de 3 días. Las muestras del intestino delgado se tomaron durante 8 horas en cada uno de los días del período de colección, siguiendo el procedimiento de muestreo descrito por Zebrowska *et al.*(17), y que consistió en colocar bolsas de hule a la salida de la cánula. Las muestras de la ración se tomaron durante el período de colección. Aproximadamente 50 g de cada dieta se colectaron cada 12 horas, completándose así 300 g durante el período.

Análisis:

Las muestras del ileum y de las dietas se hidrolizaron siguiendo el procedimiento descrito por Colowick y Kaplan (4). Una vez que se concluyó la hidrólisis ácida, se procedió a la determinación de los aminoácidos siguiendo el procedimiento de Technicon Instruments (13).

El contenido de óxido crómico (Cr_2O_3) tanto de las dietas como de la digesta del ileum fueron determinados siguiendo el procedimiento descrito por Kimura y Miller (9).

El porcentaje de digestibilidad para cada aminoácido analizado fue calculado siguiendo la fórmula descrita por Crampton y Harris (6).

Los datos se analizaron con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + D_j + O_k + E_{ijk}$$

donde:

μ = media general

A_i = Efecto dado por animales,
donde $i = 1, 2, 3$

D_j = Efecto dado por dietas,
donde $j = 1, 2, 3, 4$

O_k = Orden en el que se dieron las dietas,
donde $k = 1, 2, 3, 4$.

E_{ijk} = Error Experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 muestra la digestibilidad aparente de los aminoácidos para las cuatro dietas experimentales medida en el ileum. Las digestibilidades de los aminoácidos, expresadas en porcentaje, fueron similares para los cerdos alimentados en las cuatro dietas. El nivel de proteína usado en cada dieta no tuvo un efecto significativo en la digestibilidad de aminoácidos en el ileum (Cuadro 2). Esto concuerda con resultados previos que mostraron que el nivel de proteína no tiene ningún efecto sobre la digestibilidad de aminoácidos (15).

La suplementación con L-lisina HCl no afectó significativamente la digestibilidad aparente de otros aminoácidos ni la suya propia, aunque la lisina libre suplementada, tuvo una mayor digestibilidad aparente (no significativa) que aquella proveniente de las fuentes proteicas al comparar niveles equivalentes. Esto concuerda con los resultados de Buraczewska *et al.*(2), en el sentido de que las dietas suplementadas con lisina libre tienen una mayor absorción de ese aminoácido a nivel de ileum que aquellas sin suplementar. Esto se debe probablemente al hecho de que la lisina suplementada en su forma libre tiene mayor absorción que aquella derivada de las fuentes proteicas (2). La digestibilidad promedio para lisina en el ileum fue de 76,13% y no concuerda con aquel valor promedio reportado por Tanksley *et al.*(12) de 88,5% para una dieta con base en soya.

Es de esperar que las dietas comerciales, como la utilizada en el presente estudio, posean menores porcentajes de absorción para todos los aminoácidos esenciales comparadas con una dieta basada en caseína, como la utilizada por Buraczewska *et al.*(1). Estos autores también informaron que la lisina es el segundo aminoácido esencial, después de la treonina, más lentamente absorbido de las dietas comerciales para cerdos, lo que confirma lo encontrado aquí.

Con respecto a las digestibilidades aparentes de los aminoácidos no esenciales (Cuadro 2) se observa que la glicina tuvo la digestibilidad promedio más baja en tanto que el ácido glutámico presentó la más alta. Estos datos confirman lo encontrado

por Zebrowska (15) para dietas comerciales. La baja digestibilidad aparente de glicina (promedio de 67,23%) para todas las dietas (Cuadro 2) confirma lo informado por varios autores (8,11,12). Esta baja digestibilidad aparente de la glicina es causada por las grandes concentraciones de este aminoácido en las secreciones endógenas (1,7,11).

La digestibilidad aparente de la treonina en el ileum fue baja para todas las dietas (Cuadro 2). Estos resultados confirman aquellos que se presentan en la literatura (1,3,12,15,16). La baja digestibilidad aparente de la treonina está relacionada posiblemente con su concentración en las secreciones endógenas y a su baja tasa de absorción (12).

El Cuadro 2 muestra una alta digestibilidad aparente, medida en el intestino delgado, para la arginina y el ácido glutámico en todas las dietas. Esto está de acuerdo con lo informado en otros trabajos (8,11,12,16,17).

El hecho de alimentar los cerdos una o dos veces al día no tiene ningún efecto significativo en la absorción de la materia seca y del nitrógeno total en el intestino delgado de estos animales. Basado en este hecho, se puede esperar que no haya ningún efecto significativo en la absorción de aminoácidos en el intestino delgado de los cerdos usados en el presente estudio, pues fueron alimentados dos veces al día.

Cuadro 2. Digestibilidad aparente de aminoácidos en cada dieta experimental medida en el ileum (porcentaje)^a

Aminoácido	Digestibilidad aparente medida en el ileum					S _x
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Promedio	
Esenciales						
Treonina	61,79	67,57	70,50	71,25	67,78	8,06
Valina	80,54	80,39	76,20	79,09	79,05	4,23
Isoleucina	74,75	82,15	78,16	78,50	78,39	4,40
Leucina	81,57	82,61	82,62	82,04	82,21	3,83
Fenilalanina	71,46	82,41	74,69	74,16	75,68	7,14
Histidina	78,87	79,90	82,82	86,21	81,95	3,10
Lisina	81,14	75,70	75,15	72,53	76,13	7,82
Arginina	83,58	79,26	79,15	82,85	81,21	4,79
No esenciales						
Acido Aspártico	71,53	78,53	78,81	77,95	76,70	5,65
Serina	74,48	76,64	76,12	77,70	76,23	4,92
Acido Glutámico	78,41	83,02	82,28	83,55	81,81	3,08
Glicina	63,17	69,17	68,22	68,37	67,23	6,13
Alanina	74,57	73,64	75,09	77,09	75,10	5,48
Tirosina	76,84	66,59	75,20	65,91	71,13	5,93

^aLos datos son el promedio de tres cerdos canulados. Triptófano, metionina, cistina, cisteína, prolina e hidroxiprolina no fueron medidos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que el nivel de proteína de la dieta no tuvo ningún efecto sobre la digestibilidad aparente de aminoácidos medidos en el ileum. Aunque la lisina libre suplementada no afectó las digestibilidades aparentes de otros aminoácidos, resultó ser absorbida a un mayor ritmo (no significativo) que aquella liberada de la proteína de la dieta.

RESUMEN

Se evaluaron cuatro dietas que variaban en el contenido proteico, dos de ellas suplementadas con L-lisina HCl, en tres cerdos de aproximadamente 50 kg de peso. A cada cerdo se le implantó una cánula simple en forma de T aproximadamente 15 cm anterior a la válvula ileocecal. Se utilizó el óxido crómico (Cr_2O_3) como indicador de digestibilidad al 0.25%. El período de adaptación a la dieta fue de 6 días y el de colección de muestra de tres. Estas se analizaron en un Technicon Auto-analyzer II para determinar la concentración de aminoácidos.

El nivel de proteína de las dietas no tuvo ningún efecto significativo sobre la digestibilidad aparente de los aminoácidos medidos en el intestino delgado. La lisina suplementada no afectó las digestibilidades aparentes de otros aminoácidos, pero resultó ser absorbida a un mayor ritmo (no significativo) que aquella liberada de la proteína de la dieta.

De acuerdo con los resultados de este experimento, se podría concluir que cerdos de 50 kg de peso que consumen una ración baja en proteína (11,5% de proteína cruda) y suplementados con lisina, obtengan ganancias iguales a aquellos con dietas altas en proteína (14,5% de proteína cruda).

LITERATURA CITADA

- BURACZEWSKA, L., BURACZEWSKI, S. y ZEBROWSKA, T. Digestion and absorption in the small intestine of pigs. Part 2. Amino acid content in digesta and their absorption. *Rocznik Nauk Rolniczych, Seria B* 97 (1): 103. 1975.
- BURACZEWSKA, L., ZEBROWSKA, T. y BURACZEWSKI, S. The rate of passage of synthetic lysine and dietary protein from the stomach to the intestine in pigs. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria B* 99 (1): 107. 1978.
- CHO, C.Y y BAYLEY, H.S. Amino acid composition of digesta taken from swine receiving diets containing soybean or rapeseed meals as sole source of protein. *Canadian Journal of Physiological Pharmacy* 50:513. 1972.
- COLOWICK, S. P. y KAPLAN, N. O., eds. *Methods in enzymology, Vol II: Enzyme structure* (Editado por C. H. W. Hirs). New York, Academic Press, 1967. pp. 59-62.
- CORLEY, J.R. Development of a method for collection of ileal digesta in finishing pigs and determination of lysine availability in direct solvent cottonseed meal by chemical and chick growth assays. Tesis M.Sc. Texas A and M University, 1976.
- CRAMPTON, E.W. y HARRIS, L.E. *Applied animal nutrition*. 2 eds. San Francisco, Freeman, 1969. pp. 110-111.
- HOLMES, J.H.G., BAYLEY, H.S., LEADEATER, P.A. y HORNEY, F.D. Digestion of protein in small and large intestine of the pigs. *British Journal of Nutrition* 32:479. 1974.
- IVAN, M y BOWLAND, J.P. Digestion of nutrients in the small intestine of pigs fed diets containing raw and autoclaved faba beans. *Canadian Journal of Animal Science* 56:451. 1976.
- KIMURA, F. y MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 5:216. 1957.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of swine. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1979.
- SAUER, W.C., STOTHERS, S.C. y PARKER, R.J. Apparent and true digestibilities of amino acids in wheat and milling by products for growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 57:775. 1977.
- TANKSLEY, T.D., KNABE, D.A., PURSER, K., ZEBROWSKA, T y CORLEY, J.R. Apparent digestibility of amino acids and nitrogen in three cottonseed meals and one soybean meal. *Journal of Animal Science* 52:769. 1981.
- TECHNICON INSTRUMENTS CORPORATION. Operation Manual for the Technicon NC-1P Chromatography System. Technicon Publication No. TA 5-0341-00. Chauncey, New York. 1975.
- ZEBROWSKA, T. Influence of dietary protein source on the rate of digestion in the small

intestine of pigs. Part I. Amount and Composition of digesta. Rocznik Nauk Rolniczych, Seria B 95 (1):115. 1973

15. ZEBROWSKA, T. Influence of dietary protein source on the rate of digestion in the small intestine of pigs. Part II. The rate of protein digestion and amino acid absorption. Rocznik Nauk Rolniczych, Seria B 95 (1):135. 1973.
16. ZEBROWSKA, T., BURACZEWSKA, L y BURACZEWSKI, S. Comparison of apparent digestibility of amino acids in the small intestine and in the whole digestive tract of pigs. *In*: 5 th International Symposium on Amino Acids, Budapest, Hungary. 1977.
17. ZEBROWSKA, T., BURACZEWSKA, L., PASTUSZEWSKA, B., CHAMBERLAIN, A.G. y BURACZEWSKI, S. Effect of diet and method of collection on amino acid composition of ileal digesta and digestibility of nitrogen and amino acids in pigs. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria B 99 (1):75. 1978.
18. ZEBROWSKA, T. y HORSZCZARUK, B. Effect of feeding frequency on the amount and composition of digesta in the small intestine of pigs. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria B 96 (3):91. 1975.