

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA CON SUPLEMENTACION DE LISINA CRISTALINA (L-lisina HCl) EN CERDOS EN ACABADO. II. DIGESTIBILIDAD APARENTE DE AMINOACIDOS MEDIDA EN TODO EL TRACTO DIGESTIVO ^{1/*}

Jorge Marín **
Jimmie R. Corley ***

ABSTRACT

Effect of different levels of protein supplemented with crystalline lysine (L-lysine HCl) in finishing pigs. II. Apparent digestibility of amino acids measured in the entire digestive system. Lysine, which is an indispensable amino acid for swine, is the first limiting amino acid in most cereal grains. Free lysine can be used to improve the gain of growing-finishing pigs fed diets low in protein content.

This experiment was performed to determine whether dietary protein level and additions of free lysine influence the digestibility of amino acids measured over the total digestive tract.

Four diets that varied in protein level, were tested on barrows weighing 50 kg each. The four diets, designated, 1, 2, 3 and 4 used in this experiment contained 11.5, 13.0, 13.0, and 14.5% crude protein, respectively. Free lysine was added to diets 1 and 3, thus maintaining the same level of this amino acid between diets 1 and 2 as well as diets 3 and 4 while varying protein levels. It was determined that the dietary protein level and the supplementation with free lysine had no significant effect on the digestibilities of amino acids measured in the large intestine. This implies, therefore, that pigs fed a low protein diet (11.5% crude protein) supplement with free lysine may perform as well as those fed a high protein diet (14.5% crude protein).

INTRODUCCION

La suplementación de L- lisina HCl en cerdos ha sido evaluada en una gran diversidad de experimentos durante los últimos años. Se ha informado que la lisina libre puede ser usada como un suplemento de dietas que contienen proteína de mala calidad, o como reemplazo de parte del

concentrado proteico (1). Adiciones de lisina libre también han demostrado aumentar la ganancia de peso en cerdos en crecimiento y en acabado, alimentados con dietas bajas en proteína (6).

En experimentos sobre la digestión de proteínas y la absorción de aminoácidos en cerdos, se encontró que aproximadamente del 30 al 40% del nitrógeno ingerido entra al intestino grueso (13). Además, se ha informado (4) que todos los L-aminoácidos son catabolizados *in vitro* por la microflora del ciego de cerdos. Por lo tanto, es de esperar que una parte considerable de proteína soluble, péptidos y aminoácidos que entran al ciego sean degradados de tal manera que el nitrógeno se absorba en el intestino grueso, ya sea como amoníaco o en otras formas no utilizables por el animal (8, 9, 10, 13).

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

* Parte de la Tesis de Maestría presentada al Depto 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:

- A. Determinar el efecto de diversos niveles de proteína sobre la digestibilidad aparente de aminoácidos en la totalidad del tracto digestivo de cerdos en acabado.
- B. Determinar la absorción de los aminoácidos en la totalidad del tracto digestivo de cerdos en acabado cuando son o no suplementados con lisina sintética.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron cerdos cruzados que pesaban 50 kg aproximadamente, se alojaron en jaulas de 0,88 m², y se les asignó al azar cada una de las cuatro dietas experimentales.

La composición de las dietas se presenta en el Cuadro 1. La lisina cristalina se adicionó a las dietas 1 y 3 para así mantener el mismo nivel de ese aminoácido en las dietas 1 y 2 y en las 3 y 4, mientras se variaba el nivel proteico.

Como indicador de digestibilidad se utilizó el óxido crómico (Cr₂O₃) al 0,25 %. Cada animal consumió 1,5 kg cada 12 horas, lo que completa 3,0 kg/animal/día según recomendación del N.R.C. (7). Se utilizó un período de adaptación a la dieta experimental de 7 días. Después de este período se colectaron muestras de heces y del alimento por un período de 2 días consecutivos. Se colectaron aproximadamente 300 g tanto de heces como del alimento en cada período. Las heces se colocaron en bolsas plásticas y de inmediato se procedió a congelarlas para evitar el ataque bacterial.

Análisis:

Tanto las muestras de heces como las de cada dieta tomadas durante el período de colección se hidrolizaron siguiendo el procedimiento descrito por Colowick y Kaplan (2).

Después de la hidrólisis ácida, se procedió a determinar el contenido de aminoácidos siguiendo el procedimiento de Technicon Instruments Corporation (12).

El contenido Cr₂O₃ de las raciones y heces fue determinado siguiendo el procedimiento reportado por Kimura y Miller (5).

Para determinar el porcentaje de digestibilidad de los aminoácidos, medido en la totalidad del

tracto digestivo, se siguió la fórmula descrita por Crampton y Harris (3).

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

La digestibilidad aparente de la mayoría de los aminoácidos, medida en la totalidad del tracto digestivo, fue similar para los cerdos alimentados con las cuatro dietas experimentales. Aunque la digestibilidad aparente de la leucina fue estadísticamente diferente ($P < 0,05$) entre las dietas 2 y 4, no hubo otras diferencias entre las restantes dietas (Cuadros 2 y 3). Parece ser que la diferencia encontrada carece de significado biológico. Los diferentes niveles de proteína no tuvieron efecto en la digestibilidad aparente de los aminoácidos, medida en la totalidad del tracto digestivo (Cuadros 2 y 3). La suplementación con L- lisina HCl no afectó significativamente la digestibilidad aparente de lisina medida en la totalidad del tracto digestivo (Cuadro 2).

La digestibilidad aparente promedio para lisina reportada en este estudio es de 89,41% y está de acuerdo con la encontrada por Tanksley *et al.* (11), de 89,1% medida en el intestino grueso.

El Cuadro 2 muestra que el aminoácido esencial con la digestibilidad aparente más alta en general, es la arginina y aquél con la menor, es la treonina. Esto comprueba los datos encontrados por Fauconneau y Michel (4) para las digestibilidades aparentes de los aminoácidos esenciales medidos en la totalidad del tracto digestivo para una dieta comercial de maíz y soya.

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas experimentales ^a

Ingrediente	Dietas %			
	1 11,5 % P.C. + 0,1 % L – lisina HCl	2 13,0 % PC	3 13,0 % P.C. + 0,1 % L – lisina HCl	4 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

^aBase 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.

Las digestibilidades aparentes para los aminoácidos no esenciales se presentan en el Cuadro 3. Los que presentaron el mayor porcentaje de digestibilidad aparente fueron el ácido glutámico y la serina con un promedio de 91,09% para cada uno. Fauconneau y Michel (4) informaron acerca de un

promedio de 92,7% de digestibilidad aparente para el ácido glutámico, siendo el aminoácido no esencial con el mayor porcentaje de digestibilidad aparente medido sobre la totalidad del tracto digestivo. Los datos del presente estudio concuerdan con aquellos reportados por esos autores.

Cuadro 2. Digestibilidad aparente de los aminoácidos esenciales en cada dieta experimental medida en la totalidad del tracto digestivo^a

Aminoácido	Digestibilidad aparente medida en la totalidad del tracto digestivo (%)					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Promedio	$S_{\bar{x}}$
Treonina	84,60	87,07	88,58	78,98	84,81	1,93
Valina	93,69	95,19	91,06	89,63	92,39	1,89
Isoleucina	86,70	91,97	90,09	80,87	87,41	2,59
Leucina	90,45 ^{bc}	91,36 ^b	91,02 ^{bc}	86,10 ^c	89,73	0,83
Fenilalanina	88,83	94,25	93,25	77,09	88,35	5,23
Histidina	94,86	94,71	94,19	92,53	94,07	1,17
Lisina	91,94	90,72	91,82	83,18	89,41	2,36
Arginina	95,95	96,38	96,33	88,69	94,34	2,25

^aLos valores son el promedio de tres cerdos. Triptofano y metionina no fueron medidos.

^{bc}Promedios en la misma línea con diferente letra difieren ($P < 0,05$).

Cuadro 3. Digestibilidad aparente de los aminoácidos no esenciales en cada dieta experimental, medida en la totalidad del tracto digestivo^a

Aminoácido	Digestibilidad aparente medida en la totalidad del tracto digestivo (%)					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Promedio	$S_{\bar{x}}$
Acido Aspártico	89,04	91,46	92,06	86,55	89,53	1,73
Serina	92,03	94,49	91,41	86,44	91,09	1,41
Acido Glutámico	90,57	92,94	93,20	87,66	91,09	2,40
Glicina	87,95	92,69	89,73	83,06	88,36	1,83
Alanina	89,11	92,04	88,03	82,70	87,97	2,76
Tirosina	82,25	86,57	91,29	71,84	82,99	3,83

^aLos valores son el promedio de tres cerdos. Cistina, cisteína, prolina e hidroxiprolina no fueron medidos.

Sin embargo, el aminoácido no esencial que presenta el menor porcentaje de digestibilidad aparente en la totalidad del tracto digestivo fue la tirosina con un promedio de 82,99%, (Cuadro 3). Esto no concuerda con lo encontrado en otro estu-

dio (4) que menciona a la glicina con un promedio de 85,2% como el aminoácido con la más baja digestibilidad aparente.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que el nivel proteico de

la dieta no tiene efecto significativo en la digestibilidad aparente de los aminoácidos medida en la totalidad del tracto digestivo.

La suplementación con L-lisina HCl no presentó un efecto significativo sobre la digestibilidad aparente de otros aminoácidos medida en la totalidad del tracto digestivo. Es de esperarse que, utilizando las dietas de este experimento, los cerdos que consumen la ración baja en proteína (11,5 % proteína cruda) pero suplementada con lisina se desarrollen tan bien como aquellos que consumen la de alto contenido proteico (14,5 % proteína cruda).

RESUMEN

A tres cerdos cruzados que pesaban aproximadamente 50 kg se les alojó en jaulas individuales de 0,88 m² y se les asignó al azar cada una de cuatro dietas experimentales. Las raciones variaban en su contenido proteico, y a dos de ellas se les suplementó con lisina cristalina. A las dietas se les adicionó 0,25 % de óxido crómico (Cr₂O₃) como indicador de la digestibilidad. Se tomaron muestras de heces, aproximadamente 300 g. durante los dos días de colección.

Las muestras se analizaron en un "Technicon Autoanalyzer II", para determinar la concentración de aminoácidos.

El nivel proteico de la ración no tuvo efectos significativos sobre la digestibilidad aparente de los aminoácidos, medida en la totalidad del tracto digestivo.

La suplementación con L-lisina HCl no presentó efectos significativos sobre la digestibilidad aparente de otros aminoácidos, medida en la totalidad del tracto digestivo.

Es de esperarse que, utilizando las dietas de este experimento, los cerdos que consumen la ración baja en proteína (11,5 % proteína cruda) pero suplementada con lisina, se desarrollen tan bien como aquellos que consumen la de alto contenido proteico (14,5 % proteína cruda).

LITERATURA CITADA

1. BRAUDE, R., MITCHELL, K.G., MYRES, A.W., NEWPORT, M.J. y CUTHBERTSON, A. The replacement of protein concentrates by synthetic lysine in the diet of growing pigs. *British Journal of Nutrition* 27:169. 1972.
2. COLOWICK, S. R., KAPLAN, N. O.; eds. *Methods in enzymology*, Vol. II: Enzyme structure C. H. W. Hirs. New York, Academic Press, 1967. pp 59-62.
3. CRAMPTON, E.W. y HARRIS, L.E. *Applied animal nutrition*. 2^a. ed. San Francisco, Freeman and Company, 1969. pp. 110-111.
4. FAUCONNEAU, G. y MICHEL, M.C. *Mammalian protein metabolism*. New York, Editorial Munro, 1970. pp. 497-506.
5. KIMURA, F. y MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 5: 216. 1957.
6. MAGRUDER, N.D., SHERMAN, W.L. y REYNOLDS, W.M. Evaluation of supplemental lysine for practical swine rations. *Journal of Animal Science* 20: 573. 1961.
7. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of swine*. National Academy of Sciences. Washington, D.C, 1979.
8. RERAT, A. Digestion and absorption of carbohydrates and nitrogenous matters in the hind gut of the omnivorous non-ruminant animal. *Journal of Animal Science* 46: 1808. 1978.
9. SALTER, D.N. The influence of gut microorganisms on utilization of dietary protein. *Proceedings of the Nutrition Society* 32: 65. 1973.
10. SALTER, D.N., COATES, M.E. y HEWITT, D. The utilization of protein and excretion of uric acid in germ-free and conventional chicks. *British Journal of Nutrition* 31:307. 1974.
11. 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.
12. TECHNICON INSTRUMENTS CORPORATION. *Operation Manual for the Technicon NC-1P Chromatography System*. Technicon publication No. TA 5-0341-00 Chaucney, New York, 1975.
13. ZEBROWSKA, T. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria B* 95 (3): 85. 1973.