

Evaluación del balance de aminoácidos en raciones para cerdos con afrecho de raps¹

Jaime Devilat B.², Alejandro Skoknić K.³

INTRODUCCION

El afrecho de raps (AR) empleado como suplemento proteico en raciones de cerdos y aves produce una depresión en el crecimiento y consumo de alimentos que se postula sea causada por la presencia de principios bociógenos en el AR.

La proteína del AR es de regular calidad, siendo deficiente o marginal en lisina y metionina, por lo cual puede definirse como una proteína desbalanceada o con un mal balance de aminoácidos que puede constituir un factor coadyuvante en el efecto depresivo sobre los animales.

La alimentación de proteínas desbalanceadas en aminoácidos a diferentes especies animales produce un crecimiento reducido y un menor consumo de alimentos a la vez que un rechazo de la dieta en preferencia de otra con un buen balance aminoacídico.

Este ensayo se diseñó de manera de evaluar el balance de aminoácidos del AR a través de pruebas de selección y preferencia de dietas

que aportaban distintos niveles de aminoácidos para cerdos en crecimiento.

REVISION DE LITERATURA

El desbalance de aminoácidos ha sido definido por Harper (13), como un cambio en las proporciones de aminoácidos en la dieta que produce una depresión del consumo y tasa de crecimiento que puede ser prevenido completamente por un pequeño suplemento del aminoácido presente en menor cantidad en relación al requerimiento óptimo.

Un método sencillo para detectar desbalances de aminoácidos propuesto por Harper *et al* (14) y comprobado por Rogers *et al* (19) y Devilat *et al* (6), en ratas y cerdos, consiste en ofrecer dietas balanceadas, desbalanceadas o libres de proteínas a libre elección. Después de cierto tiempo los animales demuestran una preferencia por la dieta con un mejor balance de aminoácidos y un rechazo de la dieta desbalanceada, llegando incluso a preferir la dieta libre de proteínas sobre esta última.

El rechazo de la dieta desbalanceada en aminoácidos se debería, según Leung *et al* (18) y Anderson *et al* (1), a un efecto fisiológico o bioquímico indeseable y que la reducción del consumo y rechazo de la dieta podría estar dado por un cambio en el padrón

¹Recepción manuscrito: 4 de enero de 1971.

²Ing. Agr. MS. Proyecto Producción Porcina, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Médico Veterinario, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

de los aminoácidos del plasma que alteraría la excitabilidad del hipotálamo que controla la saciedad.

Cromwell *et al* (5), en ensayos de preferencia empleando maíz alto en lisina (opaco) y maíz corriente o raciones bien balanceadas en proteína, demostró que los cerdos seleccionaron, por preferencia, el maíz alto en lisina sobre el maíz corriente o una ración isoproteica basada en maíz y harina de soya, debido al mejor balance de aminoácidos del maíz opaco.

Jackson *et al* (16), empleando raciones purificadas con diferentes niveles de caseína a libre elección con una dieta libre de proteína, concluyó que la preferencia de los cerdos estaba correlacionada a la concentración proteica y aminoacídica de la dieta. En un segundo ensayo, Jackson *et al* (16) demostraron que los cerdos prefieren una ración base (sorgo, sucrosa, gluten de maíz, harina de soya) suplementada con lisina, en un 66% del consumo total, a la misma ración sin la suplementación que era deficiente en lisina.

Suministrando dietas que contenían un desbalance de aminoácidos se ha observado una depresión en el crecimiento y consumo de alimentos en ratas [Sanahuja y Harper (21); Ellison y King (9); Rogers *et al* (19)], en aves [Fisher *et al* (12); Shapiro, Fisher (20)] y en cerdos [Henson *et al* (15); Becker *et al* (3); Devilat *et al* (6)].

Diferentes ensayos realizados en el país en cerdos y aves [Devilat y Greeley (7); Esnaola (10); Esnaola *et al* (11); Bergqvist *et al* (4)], han demostrado que raciones que incluyen AR reducen el crecimiento y consumo de alimentos. Aun cuando este hecho puede explicarse por el contenido de principios tóxicos del AR [Devilat y Skoknić (8); Bergqvist *et al* (4)] cabe la duda que si la cantidad y proporción de aminoácidos del AR pueda ser también un factor condicionante del efecto depresivo que

ocurre en cerdos y aves alimentados con AR. Ballester *et al* (2) encontraron, en ensayos con ratas, que a pesar de su adecuado *score* químico en base al análisis de aminoácidos, la utilización proteica neta y la digestibilidad del N eran bajas en el AR.

MATERIAL Y METODO

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina, entre noviembre y diciembre de 1969.

Se emplearon 16 cerdos mestizos de un peso inicial promedio de 33,0 Kg los que fueron sorteados al azar en base a peso en 4 grupos experimentales. Un grupo se mantuvo, durante los 42 días que duró la experiencia, como control, recibiendo la dieta que se denominó "desbalanceada" en aminoácidos, que incluía un 20% de afrecho de raps (AR). Los otros 3 grupos de cerdos recibieron dos raciones diferentes durante tres períodos consecutivos de 14 días cada uno. En el primer período se ofreció a libre elección la dieta desbalanceada y una dieta balanceada en aminoácidos que no incluía AR. Desde el día 15 al 28, segundo período, se ofreció la dieta desbalanceada a libre elección con una dieta "corregida" en aminoácidos, similar a la desbalanceada, pero suplementada con 0.15% de L-lisina HCl, de modo de aportar un mismo nivel de lisina que la ración balanceada en aminoácidos. Desde el día 29 al 42, tercer período, se ofreció la misma elección de dietas que en el segundo período, pero en este caso la dieta corregida con lisina fue suplementada, además, con 0,1% de DL-metionina.

Los tratamientos experimentales se esquematizan en el Cuadro 1 y la composición de las raciones formuladas se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 1 - Esquema de los tratamientos experimentales.

PERIODO	CONTROL			
	I	II	III	I - II - III
Días período	14	14	14	42
Dietas ofrecidas a libre elección ¹	D vs B	D vs CL	D vs CLM	D solamente
Número Cerdos por repetición	4	4	4	4
Número repeticiones	3	3	3	1

¹D = Dieta "desbalanceada" en aminoácidos.

B = Dieta balanceada en aminoácidos.

CL = Dieta desbalanceada "corregida" con adición de 0,15% L-lisina HCl

CLM = Dieta desbalanceada corregida con adición de 0,15% L-lisina y 0,10% DL-metionina.

CUADRO 2 - Composición de las raciones (Kg en 100 Kg).

	D I E T A			
	BALANCEADA (B)	DESBALANCEADA (D)	CORREGIDA L (CL)	CORREGIDA LM (CLM)
Maíz	61,8	57,3	57,2	57,2
Afrechillo	24,0	20,0	20,0	20,0
Harina pescado	10,0	--	--	--
Afrecho raps	--	20,0	20,0	20,0
Harina alfalfa	3,0	--	--	--
Harina huesos	0,5	2,0	2,0	2,0
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitaminas	0,1	0,1	0,5	0,1
Minerales	0,1	0,1	0,1	0,1
L-lisina HCL	--	--	0,15	0,15
DL-metionina	--	--	--	0,10
	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Aporte según análisis</i>				
Proteína %	16,0	16,0	16,7	16,8
Fibra cruda %	4,8	5,3	--	--
Extracto etéreo %	3,6	3,0	--	--
Calcio %	1,3	1,2	--	--
Fósforo %	0,5	0,6	--	--
<i>Aporte calculado</i>				
Energía digestible Kcal/Kg	3.157,0	3.154,0	--	--
Lisina %	0,77	0,62	0,77	0,77
Metionina + Cistina %	0,53	0,48	--	0,58
Triptofano %	0,18	0,20	--	--

Las raciones contenían un 16% de proteína siendo similares en su composición, a excepción del suplemento proteico (AR o harina de pescado) y aminoácidos suplementarios. Fueron ofrecidas a libre apetito en comederos automáticos con igual acceso a cualquiera de las dos raciones ofrecidas a libre elección. Los cerdos fueron mantenidos confinados en corrales con piso de concreto, con agua a discreción en bebederos automáticos.

Durante el ensayo se controló el peso individual de los cerdos y el consumo de alimentos por grupo, dos veces por semana. Los resultados fueron analizados estadísticamente por análisis de varianza y test de Tukey, de acuerdo a Steel y Torrie (22).

RESULTADO Y DISCUSION

Los resultados de crecimiento, consumo y preferencia de dietas, que incluían 20% AR y definidas como desbalanceadas en aminoácidos en comparación a una dieta balanceada en aminoácidos o dietas corregidas con la adición

de lisina y/o metionina, ofrecidas a cerdos en crecimiento durante 3 periodos consecutivos de 14 días cada uno, se presentan en el Cuadro 3 y en la Figura 1.

En el primer período en el cual se ofreció a libre elección la dieta desbalanceada que incluía 20% de AR y la dieta balanceada que incluía harina de pescado, la ganancia diaria de peso de los cerdos fue de 750 g. El consumo total de alimentos fue de 2,20 Kg, seleccionando por preferencia, casi total, 97,7%, la dieta balanceada en aminoácidos. La eficiencia de utilización del alimento fue de 340 g de aumento de peso por kilogramo de alimento consumido.

Estos resultados concuerdan con las informaciones entregadas por Cromwell *et al* (5), Jackson *et al* (16) (17), Henson *et al* (15), Harper *et al* (13) y Devilat *et al* (6), en el sentido que los cerdos son capaces de distinguir entre dietas con diferente balance de aminoácidos, eligiendo la que aporta un mejor nivel y calidad. El rechazo casi total de la ración con 20% de AR demuestra que existiría

CUADRO 3 - Preferencia de dietas, consumo de alimento y crecimiento de cerdos en crianza alimentados con dietas con diferente contenido de aminoácidos y 20% de afrecho de raps.

PERIODO ELECCION DE DIETA ¹	I		II		III		CONTROL I - II - III D SOLAMEN- TE
	D	VS B	D	VS CL	D	VS CLM	
Número de cerdos	12		12		12		4
Días en ensayo	14		14		14		42
Ganancia de peso diario, g	750 a		500 b		528 b		528 b
Consumo total diario, kg	2,20 a		1,81 b		1,73 bc		1,66 c
dieta D	0,05		0,60		1,07		--
otra dieta	2,15		1,21		0,66		--
Preferencia por dieta D %	2,27 a		30,00 b		61,84 c		--
Ganancia/consumo, g	340, a		276 a		305 a		319 a

¹D = Dieta "desbalanceada" en aminoácidos incluyendo 20% afrecho raps.

B = Dieta balanceada en aminoácidos.

CL = Dieta desbalanceada "corregida" con adición de 0,15% L-lisina.

CLM = Dieta desbalanceada corregida con adición de 0,15% L-lisina y 0,10% DL-metionina.

a, b, c, Cifras con distinto exponente son significativamente diferentes al nivel de 0,05.

un desbalance de aminoácidos en AR, aunque esto no descarta la posibilidad que hayan influido factores tales como la presencia de principios tóxicos y menor apetitividad y palatabilidad. En comparación al grupo control que recibía únicamente la dieta desbalanceada, el ritmo de aumento de peso y consumo de alimentos fue significativamente mayor ($P < 0,05$).

Durante el segundo período en el cual a los mismos cerdos se les reemplazó la dieta balanceada en aminoácidos por otra corregida por la adición de lisina (0,15%) y que fue ofrecida a libre elección con la dieta desbalanceada, el ritmo de ganancia de peso y consumo se redujo significativamente ($P < 0,05$) a 500 g y 1,81 Kg al día, respectivamente, en relación al período anterior. En este período los cerdos seleccionaron un 30% de la dieta desbalanceada y un 70% de la corregida con lisina, lo cual indica una preferencia por la dieta que incluía AR con alto nivel de lisina.

A pesar de esta preferencia, el mayor nivel de lisina consumido, no contribuyó a reducir el efecto depresivo del crecimiento y del consumo respecto al período anterior. Comparativamente con el grupo control hubo, sin embargo, un significativo mayor consumo de alimentos, pero similares ganancias de peso. Si bien los cerdos distinguieron y seleccionaron, por preferencia, la dieta con 20% de AR con un nivel mayor de lisina, la no respuesta en el ritmo de ganancia y consumo indicaría que factores tales como el contenido de tóxicos del AR serían más determinantes en el efecto depresivo sobre el comportamiento de los cerdos

alimentados con AR que el contenido y proporción de aminoácidos del mismo.

Durante el tercer período en que se ofreció a libre elección la ración desbalanceada en aminoácidos y otra similar, pero corregida por

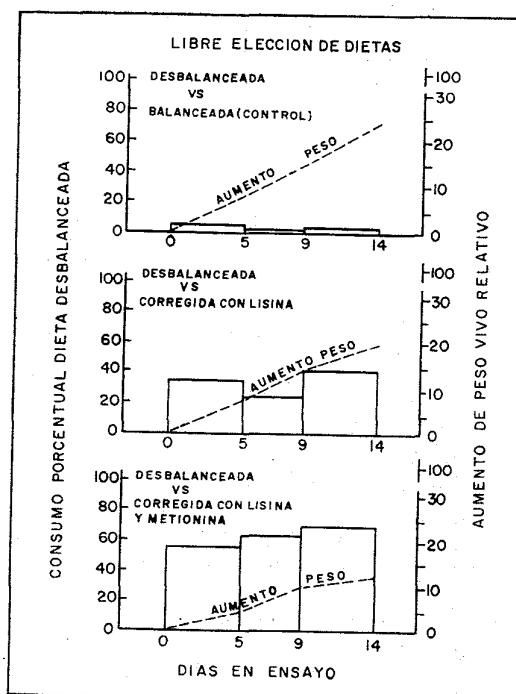


Figura 1 — Consumo porcentual de dieta desbalanceada y aumento relativo de peso de cerdos sometidos a libre elección de dieta desbalanceada en aminoácidos y una dieta control balanceada o "corregida" con lisina (0,15%) y/o metionina (0,10%).

la adición de lisina (0,15%) y metionina (0,10%), los cerdos seleccionaron de preferencia la dieta desbalanceada, 61,8%, sobre la dieta corregida con lisina y metionina. Esto puede explicarse como un agravamiento del desbalance de aminoácidos de la dieta a consecuencia de la adición de metionina. Harper *et al* (14), Rogers *et al* (19), Sanahuja y Harper (21), entre otros, han descrito una respuesta similar en ratas sometidas a selección de dietas desbalanceadas y corregidas. Leung *et al* (18) y Anderson *et al* (1), aducen que las dietas corregidas pueden agravar el grado de desbalance de aminoácidos produciendo un efecto fisiológico o bioquímico desagradable en forma más acentuada, lo que forzaría al animal a seleccionar la dieta desbalanceada en preferencia.

Durante el tercer período, el consumo fue menor que en el segundo (1,73 Kg al día) y similar al grupo control. La depresión en el ritmo de crecimiento fue, sin embargo, similar. Estos resultados indican que la adición de lisina y metionina a los niveles empleados no contribuyeron a corregir el desbalance de aminoácidos del AR y que la adición de metionina resultó contraproducente. A esto debe agregarse que, al igual que en el segundo período, la causa primaria en la depresión del comportamiento de los cerdos alimentados con

AR estaría, posiblemente, más relacionada a la presencia de principios tóxicos en el AR. Los resultados tienden a reforzar la hipótesis formulada por Devilat y Skoknić (8), en el sentido que el efecto detrimental observado en cerdos alimentados con raciones que incluyen AR, estaría en relación al nivel de tóxicos presentes en el AR.

Bajo las condiciones en que se desarrolla este ensayo, es posible concluir que:

- los cerdos rechazan una ración que incluye AR y consumen, de preferencia, una que incluye harina de pescado, probablemente en razón de su mejor balance de aminoácidos.
- los cerdos prefieren una ración con 20% de AR suplementada con lisina sobre otra similar sin suplementación. Esta selección de dieta si bien reduce la depresión en el consumo total de alimentos, no contribuye a reducir la depresión en el crecimiento.
- De acuerdo a la selección y preferencia en el consumo de dietas y ritmo de crecimiento, obtenidos con cerdos en crianza alimentados con raciones con 20% de AR, la cantidad y proporción de aminoácidos aportados por el AR no parece ser el primer factor limitante del AR.

RESUMEN

Se emplearon 16 cerdos mestizos sorteados al azar en 4 grupos, con el objeto de evaluar, a través de pruebas de selección, consumo y crecimiento, el balance de aminoácidos de la proteína del afrecho de raps (AR). Se formuló una dieta balanceada (B) que incluyó harina de pescado, y otra dieta "desbalanceada" (D) en aminoácidos por la inclusión de un 20% de AR. Esta última fue corregida por la adición de 0,15% L-lisina (CL) y/o 0,10% DL-metionina (CLM). Durante 3 períodos consecutivos, de 14 días cada uno, se ofreció a libre elección: En el primer período la dieta B vs. la dieta D; en el segundo, la dieta D vs. la dieta CL, y en el tercer período, la dieta D vs. dieta CLM.

Los resultados indicaron que los cerdos seleccionaron, de preferencia, la dieta B (97,7%) sobre la D, manteniendo un ritmo de crecimiento y consumo de alimentos normales (750 g y 2,2 Kg al día, respectivamente). Al reemplazar la dieta B por la dieta CL en el segundo período, los cerdos seleccionaron, de preferencia, la dieta CL (70%) sobre la dieta D, pero redujeron significativamente el ritmo de crecimiento y consumo de alimentos (500 g y 1,81 Kg al día, respectivamente). Durante el tercer período los cerdos seleccionaron, por preferencia, la dieta D (61,8%) sobre la dieta CLM manteniéndose la depresión en el crecimiento y consumo (528 g y 1,73 Kg al día, respectivamente). Los resultados indican que los cerdos prefieren una dieta con harina de pescado sobre otra con AR y que la suplementación con aminoácidos a dietas basadas en AR no contribuyen a reducir el efecto depresivo sobre el crecimiento y consumo. Se concluirá que factores tales como la presencia de factores tóxicos en el AR serían el primer factor limitante del AR, pero que algunos aminoácidos, como lisina, podrían tener un efecto secundario.

SUMMARY

Sixteen crossbred pigs were randomly allotted to 4 groups to evaluate throughout food preference, feed intake and growth rate and the amino acid balance of rapeseed meal (RSM). An amino acid balanced (B) diet that included fish meal and an "imbalanced" (I) diet that included 20% RSM were formulated. The I diet was "corrected" by the addition of 0,15% L-lysine (diet CL) and/or 0,10% DL-methionine (diet CLM). For 3 consecutive periods of 14 days each, the following dietary choices were offered: diet B vs. diet I; diet I vs. diet CL and diet I vs. diet CLM.

Results showed that pigs consumed in preference diet B (97,7%) over diet I, growing and consuming normally (750 gr and 2,2 Kg per day, respectively). When diet B was replaced in the choice by diet CL in the second period, pigs selected in preference diet CL (70%) over diet I, but growth rate and feed intake was significantly reduced (500 gr and 1,81 Kg per day, respectively). During the third period pigs selected in preference diet I (61,8%) over diet CLM and growth rate and feed intake remained depressed (528 gr and 1,73 Kg per day, respectively). Results indicate that pigs select in preference a diet containing fish meal over a diet containing RSM and that the amino acid supplementation of diets based on RSM do not reduce the depressive effect upon growth and feed intake of pigs fed RSM diets. It could be concluded that factors such as goitrogens present in RSM would be the first limiting factor in RSM although some amino acids such as lysine might have a secondary effect.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, H. L.; BENEVENGA, N. J. and HARPER, A. E. Effect of prior high protein intake on food intake, serine dehydratase activity and plasma amino acids of rats fed amino acid imbalanced diet. *J. Nutrition* 97: 463. 1969.
- BALLESTER, D. *et al.* Rapeseed meal. II. Chemical composition and biological value of the protein. *J. Sci. Food. Agric.* 21: 140. 1970.
- BECKER, D. E. *et al.* The methionine-cystine need of the young pig. *J. Anim. Sci.* 14: 1080. 1955.
- BERGQVIST, E. *et al.* Extracción de los principios tóxicos del afrecho de raps mediante agua caliente y su empleo en alimentación aviaría. *Agricultura Técnica (Chile)* 30 (1): 19-26. 1970.
- CROMWELL, G. L., PICKETT, R. A. and BEESON, W. M. Nutritional value of Opaque-2 corn for swine. *J. Anim. Sci.* 26: 1325. 1967.
- DEVILAT, J., POND, W. G. and MILLER, P. D. Dietary amino acid balance in growing-finishing pigs: Effect on diet preference and performance. *J. Anim. Sci.* 30: 536. 1970.
- y GREELEY, M. G. El afrecho de raps y otros suplementos proteicos en la alimentación de cerdos. *Memoria Primera Reunión Latinoamericana de Producción Animal*, 1967. v. 2. p. 73.
- y SKOKNIC, K. A. Efecto del contenido de isotiocianatos del afrecho de raps sobre el comportamiento de los cerdos. *Agricultura Técnica (Chile)* 30 (3): 133-140. 1970.
- ELLISON, J. S. and KING, K. W. Mechanism of appetite control in rats consuming imbalanced amino acid mixtures. *J. Nutrition* 94: 543. 1968.
- ESNAOLA, M. A. Uso de afrecho de raps en raciones de crianza y engorda de cerdos. *Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967.* (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile) PC 67-1, 1970. p. 87.
- , SEPÚLVEDA, R. y FAURE, N. Uso de afrecho de raps en crianza y engorda de cerdos. *Producción Porcina. Informe Investigación 1962-1967.* (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile) PC 67-7, 1970. p. 123.
- FISHER, H., SHAPIRO, R., and GRIMINGER, P. Further aspects of amino acid imbalance with special reference to the high arginine requirement of chicks fed casein diets. *J. Nutrition* 72: 16. 1960.
- HARPER, A. E. Amino acid toxicities and imbalances. *In Mammalian Protein Metabolism*, Ed. by H. N. MUNRO and J. B. ALLISON. Vol. 2. New York. Academic Press, 1964. 642 p.
- *et al.* Some new thoughts on amino acid imbalances. *Fed. Proceedings* 23: 1087, 1964.
- HENSON, J. N.; BEESON, W. M. and PERRY, T. W. Vitamin, amino acid and antibiotic supplementation of corn-meat by product rations for swine. *J. Anim. Sci.* 13: 885 1954.
- JACKSON, H. M.; ROBINSON, D. W. and KHALAF, F. Dietary protein content and food choice by gilts. *J. Anim. Sci.* 31: 204 1970 (Abstract).
- , ——— and ———. Dietary amino acid and food selection by gilts. *J. Anim. Sci.* 31: 204, 1970 (Abstract).
- LEUNG, P., ROGERS, Q. R. and HARPER, A. E. Effect of amino acid imbalance on dietary choice in the rat. *J. Nutrition* 91: 561 1968.

19. ROGERS, Q. R., TANNOUS, R. I. and HARPER, A. E. Effect of excess of leucine on growth and food selection. *J. Nutrition* 91: 561 1967.
20. SHAPIRO, R., and FISHER, H. Role of protein reserves in the protein nutrition of the growing animal. *Fed. Proceedings* 21: 395 1962.
21. SANAHUJA, J. C., and HARPER, A. E. Amino acid balance and imbalance. XII Effect of amino acid imbalance on self-selection of diet by the rat. *J. Nutrition* 81: 363, 1963.
22. STEEL, R. G., and TORRIE, J. H. *Principles and Procedures of Statistics*, New York. Mc Graw-Hill, 1960 481 p.