

MEJORA DE LA CALIDAD PROTEICA DE DIETAS MAIZ-ALTRAMUZ CON AMINOACIDOS SINTETICOS.

IMPROVING PROTEIN QUALITY OF MAIZE-LUPIN DIETS WITH SYNTHETIC AMINOACIDS

Pérez Alba, L.M.*, L.F. Díaz Arca*, M.A. Cejas Molina**, y M. Pérez Hernández*.

* Departamento de Producción animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. 14005 Córdoba. España.

** Departamento de Matemáticas. Universidad de Córdoba. 14005 Córdoba. España.

Palabras clave: Eficiencia proteica total (TPE). Pollos para carne.

Keywords: Total protein efficiency (TPE). Broiler chickens.

Summary

Two experiments involving 696 broiler type chickens from 14 to 28 days of age were carried out to assess the optimum level for lysine, methionine and tryptophan to be added to diets maize-sweet lupin seed meal made isonitrogenous and isocaloric by using soybean oil and sugar.

In the first experiment, 4 levels of added lysine (0.16, 0.34, 0.52, and 0.70 %), 4 levels of added methionine (0.36, 0.46, 0.56, and 0.66 %) and one of tryptophan (0.33 %) were used in a design 4 x 4. Good growth results with no significant differences among treatments were obtained.

In the second experiment two levels of lysine (0.08 and 0.17 %), 3 of methionine (0.12, 0.24 and 0.36 %) and 2 of tryptophan (0.00 and 0.03 %) were added to the basal diet in a design 2 x 3 x 2. A control maize-white fish meal diet was also included.

The results (weight gain/protein intake) show the best amino acids addition to be 0.08 % lysine plus 0.12 % methionine plus 0.03 % tryptophan. These results compare well with those of the control diet.

Resumen

Se han usado 696 pollos broilers de 14 a 18 días de edad para hallar, en dos experiencias, los niveles óptimos de adición de lisina, metionina y triptófano a dietas isonitrogenadas e isocalóricas a base de maíz-altramuz dulce.

En la primera experiencia se usaron niveles de lisina añadida de 0,16, 0,30, 0,52 y 0,70 %; de metionina de 0,36, 0,46, 0,56 y 0,66 %, y de triptófano de 0,03 %, en un diseño 4 x 4 factorial. Los resultados de crecimiento fueron altos y no se observaron, en general, diferencias debidas a los tratamientos.

En la segunda experiencia se adicionaron a la misma basal 2 niveles de lisina (0,08 y 0,017 %), 3 de metionina (0,12, 0,24 y 0,36 %) y dos de triptófano (0,00 y 0,03 %), en un diseño 2 x 3 x 2 factorial, incluyéndose además una dieta de control con harina de pescado. Los resultados de crecimiento (aumento de peso/consumo proteico) señalan los niveles más idóneos los de 0,08 % lisina, 0,12 % metionina, 0,00 triptófano, y 0,17 lisina, 0,12 % (ó 0,24 %) metionina, 0,03 % triptófano. Estos resultados no difieren de los obtenidos con la dieta control.

Introducción

La sustitución de la torta de soja como fuente de proteína en dietas para pollos broilers es una constante en la investigación de la alimentación de estas aves en todos los países no productores de soja. La torta de girasol, de colza, el altramuz, son ejemplos de esta tendencia.

El altramuz ofrece posibilidades de sustituir totalmente a la torta de soja, aunque su contenido de energía y su composición aminoacídica le colocan inicialmente en desventaja con aquella. Su cultivo y producción, sin embargo, no deberían ofrecer dificultades de ningún tipo en nuestro país, por su capacidad para dar cosechas en terrenos que no son adecuados para otras actividades agrícolas. Pérez Cuesta *et al.* (1966, 1978) y Pérez Hernández (1981), han demostrado la posibilidad de utilizarlo reemplazando parcial o totalmente a la torta de soja con buenos resultados.

En alguno de estos trabajos se han usado aminoácidos de síntesis para mejorar los resultados de dietas maíz-altramuz; nuestro propósito ahora es determinar las cantidades mínimas a adicionar a este tipo de dietas, de metionina, lisina y triptófano, aminoácidos que Díaz Arca y Pérez Hernández (1982), consideraron 1^o, 2^o y 3^o limitante en sus dietas respectivamente.

Material y métodos

Experimento 1.

Animales : se usaron 384 pollos de la

estirpe Hubbard de 14 días de edad, elegidos entre 600 por su peso vivo y condición, distribuidos en 32 lotes de 12 animales cada uno. Las diferencias medias de peso vivo entre lotes se mantuvo inferior a 0,5 g.

Raciones experimentales: se elaboraron 16 raciones isocalóricas e isoproteicas de acuerdo con las especificaciones de Woodham siguiendo un diseño factorial 4 x 4 : cuatro niveles de L-lisina-CIH añadida y cuatro niveles de DL-metionina; a todas las dietas se añadió una misma cantidad de triptófano (0.03 %). Los cuatro niveles de L-lisina-CIH añadidos aportaban equivalentes a lisina base de 0,16, 0,34, 0,52 y 0,70 % . Los niveles de DL-metionina añadidos fueron 0,36, 0,46, 0,56, y 0,66 %. En la tabla I figura la ración básica formulada según el método de Woodham (1968) sobre la que se hicieron las adiciones de aminoácidos indicadas. Esas adiciones se hicieron manteniendo isocalóricas e isoproteicas las dietas.

En la tabla II figuran los niveles de aminoácidos totales (lisina-azufrados-triptófano), de las 16 dietas usadas.

Manejo experimental: los 32 lotes de animales mantenidos hasta los 13 días de edad con una dieta de tipo comercial, en las condiciones señaladas por Pérez Hernández (1981), se alojaron en jaulas de recría, después de 12 horas de ayuno, tras las que se pesaron y se distribuyeron en lotes. Se asignó al azar cada una de las 16 raciones experimentales a dos lotes de 12 pollos, y se les alimentó *ad libitum* hasta

AMINOACIDOS Y CALIDAD PROTEICA DE MAIZ-SOJA.

Tabla I. Ración básica.

INGREDIENTES		NUTRIENTES			
Maíz	48,05 %	EM	2640,0 cal/g	His.	0,42 %
Gluten maíz	1,95 %	PB.	18,50 %	Leu.	1,66 %
Altramuz	36,36 %	Ca.	1,25 %	Ile.	0,74 %
Levadura	1,55 %	P.	0,66 %	Val.	0,76 %
Carbonato cálcico	1,89 %	Lis.	0,66 %	Tre.	0,67 %
Fosfato bicálcico	1,65 %	Met.	0,16 %	F-al.	0,78 %
Cloruro sódico	0,50 %	Met.+Cis.	0,34 %	Tir.	0,86 %
Corrector vitamínico-min.	0,105 %	Tri.	0,16 %	Gli.	0,66 %
Aceite soja	2,00 %	Arg.	1,47 %	Ser.	0,95 %

Composición corrector vitamínico-mineral elaborado con materias primas en las dependencias de nuestro laboratorio.

INGREDIENTES

Vit. A-D ₃	2,00 g	Sulfato ferroso	10,00 g
Vit. E	0,10 g	Sulfato de cobre	1,00 g
Vit K ₃	0,30 g	Sulfato de zinc	2,00 g
Vit B ₁	0,30 g	Sulfato de magnesio	2,00 g
Vit. B ₂	0,40 g	Sulfato de manganeso	20,00 g
Vit B ₆	0,40 g	Sulfato de cobalto	0,20 g
Vit B ₁₂	1,20 g	Penicilina G. Procaína	0,70 g
Ac. pantoténico	0,60 g	Bacitracina de Zn	0,80 g
Ac. nicotínico	1,80 g	Cloruro de colina	60,00 g
Ac. fólico	0,20 g	Yoduro potásico	0,20 g

los 28 días de edad, cuando, tras 12 horas de ayuno, se pesaron.

Análisis químicos: los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas experimentales se habían analizado para determinar principios inmediatos (Weende), calor de combustión, de aminoácidos (cromatografía de intercambio iónico en autoanalizador de

aminoácidos Multichrom B con resinas esféricas Beckman, tipo M-82 para aminoácidos ácidos y neutros y M-71 para aminoácidos básicos, y detección en espectro visible de los derivados aminoácidos con ninhidrina) y valor de energía metabolizable (Pérez Alba *et al.*, s.d.).

Experimento 2

Tabla II.- Niveles totales de los aminoácidos estudiados, resultantes de los aminoácidos añadidos y los propios de los ingredientes que integran las raciones (experimento 1).

Ración	EM (cal/g)	Triptófano (Met.+Cis.)	Lisina	Azufrados
I	2670	0,187	0,818	0,701
II	2670	0,187	0,818	0,801
III	2670	0,187	0,818	0,901
IV	2670	0,187	0,818	1,001
V	2670	0,187	0,997	0,701
VI	2670	0,187	0,997	0,801
VII	2670	0,187	0,997	0,901
VIII	2670	0,187	0,997	1,001
IX	2670	0,187	1,177	0,701
X	2670	0,187	1,177	0,801
XI	2670	0,187	1,177	0,901
XII	2670	0,187	1,177	1,001
XIII	2670	0,187	1,357	0,701
XIV	2670	0,187	1,357	0,801
XV	2670	0,187	1,357	0,901
XVI	2670	0,187	1,357	1,001

Animales: se utilizaron 312 animales de 14 días de edad elegidos entre 600, para su distribución en 26 lotes de 12 pollos cada uno, siguiendo los criterios de pesos medios usados en el experimento 1.

Raciones experimentales: se hizo un diseño experimental 2 x 3 x 2 : dos niveles de lisina añadida (0,084 y

0,168), tres niveles de metionina (0,120, 0,240, y 0,360 %), y dos niveles de triptófano (0,000 y 0,030 %). La ración básica sobre la que se añadían los aminoácidos señalados era la misma del experimento 1. Además se incluyó una ración testigo, con harina de pescado como concentrado proteico.

Las adiciones de aminoácidos se hicieron manteniendo las dietas iso-proteicas e isoenergéticas.

En la tabla III se observan los niveles totales de los aminoácidos en estudio (lisina, metionina y triptófano) de las 12 dietas experimentales y en la tabla IV, se presenta la composición de ingredientes y nutrientes de la dieta testigo con harina de pescado.

Manejo experimental: se hizo igual al del experimento primero.

Análisis químicos: los mismos señalados para el experimento primero.

Resultados y discusión

En las tablas V y VI se presentan los resultados de TPE (eficiencia de la proteína total, calculados como el coeficiente entre ganancia de peso en gramos y consumo proteico en gramos de cada lote), para los experimentos 1 y 2 respectivamente, a los que se hizo un análisis de varianza (factorial 4 x 4 para el experimento 1 y un factorial 2 x 3 x 2 para el experimento 2), y un test de Duncan de comparación de medias (Steel y Torrie, 1985).

El análisis estadístico de los resultados del primer experimento muestra los siguientes hechos:

AMINOACIDOS Y CALIDAD PROTEICA DE MAIZ-SOJA.

Tabla III. Niveles totales de los aminoácidos estudiados resultantes de los aminoácidos de síntesis y los propios de los ingredientes que integran las raciones (experimento 2).

Ración	EM (cal/g)	Triptófano (Met.+Cis.)	Lisina	Azufrados
I	2660	0,160	0,744	0,460
II	2660	0,160	0,744	0,580
III	2660	0,160	0,744	0,700
IV	2660	0,160	0,828	0,460
V	2660	0,160	0,828	0,580
VI	2660	0,160	0,828	0,700
VII	2660	0,190	0,744	0,460
VIII	2660	0,190	0,744	0,580
IX	2660	0,190	0,744	0,700
X	2660	0,190	0,828	0,460
XI	2660	0,190	0,828	0,580
XII	2660	0,190	0,828	0,700
XIII	2660	0,180	1,140	0,690

Primero, que en relación con el factor lisina total en la dieta existe respuesta positiva de los valores de TPE a niveles crecientes de lisina en la dieta, con excepción del nivel de lisina 2, que ofrece un valor bajo, inferior a los obtenidos con niveles de lisina inferiores (nivel 1) y superiores (niveles 3 y 4). Es posible que esto se deba, parcialmente al menos, al fallo de un lote, por alguna causa no controlada, el 32, que recibió el nivel 2 de lisina y el nivel 3 de metionina (dieta VII),

y que ofrece un valor de TPE particularmente bajo, comparado incluso con el lote 16 que recibió la misma dieta.

Sin embargo, exceptuando el tratamiento VII antes mencionado, las diferencias son relativamente pequeñas, lo que nos hace pensar que estamos muy próximos a la zona de meseta de la curva de respuesta del crecimiento de los broilers de esta edad al nivel de lisina en la dieta.

En relación con el factor metionina no hemos encontrado respuesta positiva o negativa, (no hay diferencias significativas) al incrementar los niveles de metionina en las dietas, lo que indica, por una parte, que el nivel inferior usado era suficiente para producir el máximo crecimiento obtenido en la prueba en relación con el factor metionina, y por otra parte, ausencia de toxicidad o de antagonismo de la metionina con otros aminoácidos, dada en exceso del nivel inferior usado en este experimento.

Examinando los resultados del segundo experimento, podemos observar que existen fundamentalmente dos niveles de respuesta: las raciones I, II, X y XI, y algo menos de la XII, dan valores de TPE superiores a los demás.

El contenido de los aminoácidos estudiados en esas dietas es diferente, pero tienen algo en común: la combinación de los valores más bajos de triptófano y lisina, o los más altos de ambos aminoácidos. Ninguna dieta con valores de triptófano-lisina alto-bajo o bajo-alto, de los usados (dietas IV a IX) alcanzó esos valores de TPE.

Los valores de metionina añadida a esas dietas que produjeron mayor crecimiento, fueron los más bajos o los

Tabla IV. Dieta testigo con harina de pescado.

INGREDIENTES		NUTRIENTES			
Maíz	48,05 %	EM.	2644,0 cal/g	His.	0,44 %
Gluten maíz	1,95 %	PB.	18,50 %	Leu.	1,71 %
Levadura	1,55 %	Ca.	0,91 %	Ile.	0,81 %
Harina pescado	19,22 %	P.	0,78 %	Val.	0,96 %
PO ₄ HCa	0,55 %	Lis.	1,14 %	Tre.	0,73 %
ClNa	0,20 %	Met.	0,46 %	F-al.	0,82 %
Corrector vitamínico-min.	0,105 %	Met.+Cis.	0,69 %	Tir.	0,65 %
Azúcar	13,65 %	Tri.	0,18 %	Gli.	0,96 %
Celulosa	14,725 %	Arg.	0,96 %	Ser.	0,76 %

La composición del corrector vitamínico es igual que la indicada en la tabla I.

medios para las raciones con nivel bajo de triptófano y lisina (dietas I y II). La adición del nivel superior de metionina (dieta III), produjo un menor crecimiento (descenso del valor de TPE correspondiente). Para las dietas con niveles altos de triptófano-lisina, la combinación con nivel superior de metionina (dieta XII) produjo también una reducción del crecimiento con respecto a las dietas X y XI (valor TPE 2,885 vs. 2,940 y 2,930) menor que en el caso de la dieta III frente a las dietas I y II, y no significativo.

Estos resultados nos indican que en dietas maíz-altramuz, los niveles óptimos de los primeros aminoácidos limitantes (en esta prueba) son muy precisos y que cualquier defecto o exceso de alguno de ellos provoca desequilibrios que reducen el crecimiento. También se observa que los niveles inferiores son tan buenos o mejores que niveles superiores de aminoácidos añadidos y esto es económicamente muy ventajoso.

En relación con la adición de metionina se puede comprobar que los niveles inferiores usados son suficientes para producir al mayor crecimiento en las dietas con niveles triptófano-lisina bajo-bajo (dieta I) y alto-alto (dieta X). Trabajos anteriores realizados en este y otros laboratorios (Pérez Hernández, 1981; Díaz Arca y Pérez Hernández, 1982; Guillaume *et al.*, 1979; Lacassagne *et al.*, 1979) , nos hacían suponer que las adiciones óptimas deberían ser mayores. Existe cierta evidencia, de que en una ración con más cistina que metionina, el exceso de aquella sólo podrá ser utilizado por el pollo en crecimiento en presencia de metionina extra. Si éste es el caso en nuestras raciones maíz-altramuz (los valores de aminoácidos en la ración basal se obtuvieron sin oxidar las muestras antes de hidrolizar), las adiciones de metionina tendrían un efecto doble, pues al aumento de metionina producido por la adición se sumaría la utilización de una can-

AMINOACIDOS Y CALIDAD PROTEICA DE MAIZ-SOJA.

Tabla V. Valores de TPE para el primer experimento *.

Tipo ración	Número de lote	T.P.E.	$\bar{x} \pm \sigma$	Tipo ración	Número de lote	T.P.E.	$\bar{x} \pm \sigma$
I	3	2,96	2,940 ^{ab} ± 0,028	IX	10	2,96	2,900 ^b ± 0,084
	28	2,92			22	2,84	
II	6	2,97	2,965 ^{ab} ± 0,007	X	8	2,97	2,955 ^{ab} ± 0,021
	20	2,96			21	2,94	
III	12	3,00	3,000 ^{ab} ± 0,000	XI	23	3,02	3,055 ^a ± 0,021
	19	3,00			30	3,05	
IV	27	2,95	2,950 ^{ab} ± 0,000	XII	17	3,10	3,055 ^a ± 0,063
	29	2,95			26	3,01	
V	14	2,94	2,900 ^b ± 0,056	XIII	11	3,15	3,055 ^a ± 0,134
	18	2,86			24	2,96	
VI	4	2,86	2,900 ^b ± 0,056	XIV	15	3,11	3,075 ^a ± 0,049
	25	2,94			31	3,04	
VIII	16	2,82	2,785 ^c ± 0,049	XV	1	2,99	3,000 ^{ab} ± 0,014
	32	2,75			9	3,01	
VIII	2	2,99	3,000 ^{ab} ± 0,014	XVI	5	3,07	3,050 ^a ± 0,028
	7	3,01			13	3,03	

* Los valores de las medias seguidos de distinto exponente son significativamente diferentes (al menos $p < 0,05$).

tividad semejante de sistina que no se utilizaba antes de la adición de metionina. No podemos comprobar aquí esta hipótesis que explicaría las bajas dosis de suplementación de metionina que han producido mejor crecimiento, y cuyo nivel inferior no se revela en esta prueba.

En cambio, en las dietas con

niveles de triptófano-lisina bajo-alto (IV, V y VI) y alto-bajo (VII, VIII y IX), que produjeron menor crecimiento, se observa una tendencia, no significativa, hacia mejores crecimientos relativos con el aumento de metionina. Ello es más ostensible en el segundo caso (dietas VII, VIII y IX que dan valores de TPE de 2,660,

Tabla VI. Valores de TPE para el segundo experimento. La ración XIII es la testido con harina de pescado*.

Tipo ración	Número de lote	T.P.E.	$\bar{x} \pm \sigma$	Tipo ración	Número de lote	T.P.E.	$\bar{x} \pm \sigma$
I	1	2,97	2,935 ^a ± 0,049	VIII	10	2,71	2,695 ^c ± 0,021
	14	2,90			23	2,68	
II	18	2,94	2,915 ^a ± 0,035	IX	11	2,78	2,740 ^{bc} ± 0,056
	22	2,89			25	2,70	
III	12	2,71	2,685 ^c ± 0,035	X	2	3,00	2,940 ^a ± 0,084
	26	2,66			13	2,88	
IV	20	2,74	2,695 ^c ± 0,063	XI	5	2,94	2,930 ^a ± 0,014
	24	2,65			17	2,92	
V	8	2,68	2,700 ^c ± 0,028	XII	19	2,86	2,885 ^{ab} ± 0,035
	9	2,72			21	2,91	
VI	3	2,73	2,730 ^{bc} ± 0,000	XIII	4	2,97	2,960 ^a ± 0,014
	7	2,73			15	2,95	
VII	6	2,66	2,660 ^c ± 0,000				
	16	2,66					

* Los valores de las medias seguidos de distinto exponente son significativamente diferentes (al menos $p < 0,05$).

2,695 y 2,740 respectivamente).

Especulando un poco, se podría intentar este efecto de la metionina en estas dietas recordando su papel de donante de grupos metilo que pueden ser más importantes cuando se dan más desequilibrios entre aminoácidos.

En resumen, parece obvia la importancia de equilibrar los aminoácidos en las dietas, para pollos broilers

que son extraordinariamente sensibles a este equilibrio. Es de destacar el de triptófano-lisina, al que los pollos se han mostrado extraordinariamente susceptibles.

Parece también posible utilizar adiciones de aminoácidos a dietas maíz-altramuz inferiores a las consideradas anteriormente.

Agradecimiento

A la granja Alba Vidal de Puente Genil (Córdoba) por la cesión desinteresada de todos los animales experimentales.

A D. Rafael Gómez Lucena por el cuidado y manejo de los animales experimentales.

Bibliografía

- Díaz Arca, J.F., y M. Pérez Hernández. 1982. Determinación del valor biológico (TPE) de raciones integradas con altramuz dulce (L. albus, "Neuland") adicionadas de aminoácidos en el pollo para carne. II Conferencia Internacional del lupino. Torremolinos.
- Gillaume, J., J.C. Chemieux y M. Rideau. 1979. Feeding value of Lupinus albus L. in chicken diets (with emphasis on the role of alkaloids) Nutrition Reports International. 20, 57-65.
- Lacassagne, L., L. Derouel y C. Bouchot. 1979. Valeur alimentaire du lupin blanc doux; variété Kalina chez le poussin en croissance. Journées sobre matières premières et alimentation des volailles. INRA. Nouzilly.
- Pérez Alba, L.M., J.F. Díaz Arca, M.A. Cejas Molina y M. Pérez Hernández. Valoración energética de varios alimentos para pollos broilers. (Pendiente de publicación).
- Pérez Cuesta, M. y M. Pérez Hernández. 1978. Rendimientos comparativos en pollos para carne de la harina de semillas de L. albus Neuland y de la torta de soja. XVI Congr. Mund. de Avicultura. Rio de Janeiro.
- Pérez Cuesta, M. y J. Tirado Serrano. 1966. Investigación del valor nutritivo de la harina de altramuz dulce en pollos de carne. I Congr. Mund. de Alimentación Animal. Madrid.
- Pérez Hernández, M. 1981. Respuestas nutritivas de pollos para carne a dietas integradas con harina de semillas de altramuz dulce Lupinus albus var. Neuland. Arch. Zootec. 30, 35-53.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. Bogotá.
- Woodham, A.A. 1968. A chick growth test for the evaluation of protein quality in cereal-based diet 1. Development of the method. Br. Poult. Sci., 9: 53-63.