

Efecto de niveles de energía, lisina y proteína en dietas para pollos de engorda en iniciación

Francisco Zorrilla F.*
Manuel Cuca G.**
Ernesto Avila G.**

Resumen

Se efectuaron dos experimentos para observar la respuesta de pollos de engorda en la etapa de iniciación, alimentados con dietas con diferentes niveles de energía, proteína y lisina. El primero se realizó bajo un diseño "San Cristóbal" de superficie de respuesta. Se utilizaron 480 pollos de siete días de edad, distribuidos al azar en 12 tratamientos. Los resultados, después de 21 días de experimentación, indicaron que los aumentos de peso de los pollos están influenciados lineal y significativamente ($P < 0.01$) por el nivel de energía de la dieta. El consumo de alimento estuvo influenciado ($P < 0.05$) por el nivel de lisina y proteína, pero no por el nivel de energía. Por lo que respecta a conversión alimenticia, se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre tratamientos debido a proteína, lisina y energía. En el segundo experimento, se evaluó la respuesta de los pollos (0-28 días) alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína y lisina con 3000 Kcal de EM/kg. Los resultados indicaron que los niveles de proteína no tuvieron ningún efecto en ganancia de peso ($P > 0.05$), pero que al aumentar la lisina mejoró la ganancia de peso ($P < 0.01$). En consumo de alimento, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En conversión alimenticia, no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre los diversos niveles de proteína, aunque sí para lisina.

Introducción

Scott *et al.*³⁰ fueron de los primeros en demostrar que pollos alimentados con dietas altas en energía tuvieron un crecimiento más rápido y mejor conversión alimenticia que los alimentados con dietas bajas en energía. Este mejor crecimiento en los pollos también fue observado por otros investigadores. Al usar el plan nutricional del National Research Council (NRC),¹⁹ comparado con el de Cuca *et al.*,⁵ el primero fue mejor a través de todo el periodo de engorda en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.¹⁵ Las diferencias observadas permiten suponer que se deben

al mayor contenido de energía metabolizable en las dietas con el plan NRC, entre otros nutrientes. Al proporcionar a pollos de engorda diferentes niveles de energía (3100 a 3325 kcal/kg de EM) con un nivel de proteína de 18.75%, no se encontraron diferencias en la ganancia de peso;¹⁰ se informaron resultados similares en otro estudio.¹⁶ Donaldson *et al.*¹¹ mostraron que, en general, cuando la energía de la dieta se incrementa, es necesario aumentar el porcentaje de proteína, de lo contrario el crecimiento y la eficiencia se reducen.

Con base en estas observaciones y en el conocimiento de que en las aves un factor de regulación del consumo de alimento es el nivel de energía en la dieta, pero cualquier desequilibrio de aminoácidos esenciales puede alterar el consumo, se considera que para que el ave exprese su máximo potencial de crecimiento se requiere que en la dieta exista una estrecha relación entre el nivel de energía y proteína.¹⁷

Luego, usando modelos de regresión, se observó que el crecimiento y la eficiencia alimenticia dependen lineal y cuadráticamente de la energía metabolizable, pero que también dependen de los efectos lineales y cuadráticos del contenido proteínico de la dieta.²⁴ Al comparar la relación energía-proteína de 130 (2962 kcal de EM/kg entre 22.8% PC) contra 170 (3080 kcal de EM/kg entre 18.1% PC) se observó que los pollos alimentados con la relación energía-proteína de 170 consumieron más alimento, ganaron menos peso y tuvieron menor eficiencia alimenticia durante el periodo de 8 a 28 días de edad.⁴

Salmon *et al.*,²⁸ al proporcionar diferentes niveles de proteína (20.5 a 24.2% con 3300 kcal de EM/kg) para pollos en iniciación, informaron que la ganancia de peso a las cuatro semanas mejoró conforme se incrementó la proteína en la dieta.

Se han informado numerosos experimentos para determinar las necesidades de lisina en pollos de engorda en iniciación. En 1942 se informó que 0.90% de lisina en dietas con 20% de proteína producía las mejores ganancias de peso.² Las necesidades de lisina se relacionan con el grado de crecimiento;¹² aves de crecimiento lento necesitan 0.90% de lisina en la dieta, y las de crecimiento rápido 1.10%. Scott *et al.*³¹ mencionan un requerimiento de 1.15% de lisina con 23% de proteína y 3080 kcal de EM/kg para pollos de engorda en iniciación. El NRC¹⁹ sugiere 1.2% de lisina, 23% de proteína y 3200 kcal de EM/kg; otros sugieren un

Recibido para su publicación el 9 de junio de 1993

* Purina del Pacífico, Carretera Internacional y C. Fresno, Apartado Postal 437, 85000 Cd. Obregón, Sonora.

** Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Montecillo, 56230 Edo. de México.

requerimiento de 1.25% con 21-23% de proteína y 3100-3200 kcal EM/kg.⁶

En vista de la variación en las necesidades observadas y la aparición en el mercado de pollos de engorda con pesos cada día mayores, se realizaron dos experimentos para determinar la mejor respuesta al crecimiento de pollos de engorda cuando fueron alimentados con diversos niveles de energía, proteína y lisina.

Material y métodos

En esta investigación se evaluó la respuesta biológica de pollos en engorda alimentados con dietas con diferentes niveles de energía metabolizable (EM), lisina, proteína o ambas, para lo cual se realizaron dos experimentos en la etapa de iniciación.

En ambos experimentos se usaron pollos de engorda sin sexar, de la línea comercial Arbor Acres, los cuales, a su llegada, fueron distribuidos al azar y alojados en criadoras eléctricas de batería, con control automático de temperatura. El agua y el alimento lo recibieron a libre acceso.

Los pollos fueron vacunados en el ojo contra la enfermedad de Newcastle a los 7 días de edad. También recibieron la vacuna contra la infección de la bolsa de Fabricio o enfermedad de Gumboro.

En el transcurso de cada experimento los pollos y el alimento fueron pesados cada semana; se registró la mortalidad y se ajustaron los datos de consumo de alimento y ganancia de peso cuando los animales murieron.

Las dietas experimentales (Cuadro 1), se calcularon para contener niveles menores o iguales al 0.80% de lisina total aportada por los ingredientes; luego, se adicionó L-lisina HCl (78%) hasta alcanzar los niveles a estudiar. De igual manera, los ingredientes proporcionaron a las dietas un nivel menor de 2900 Kcal de EM/kg, por lo que se adicionó aceite vegetal a expensas de la arena, hasta alcanzar los distintos niveles de energía a experimentar. La proporción de los ingredientes empleados en la dieta varió para cada experimento, según el nivel de proteína cruda determinada en cada lote, y por el nivel de proteína deseado para cada experimento. La cantidad de carbonato de calcio y fosfato dicálcico en las dietas varió, dependiendo de los niveles de Ca y P encontrados para cada lote.³

La lisina total usada para el cálculo de las dietas para cada ingrediente utilizado (expresada como % del ingrediente) se tomó de la literatura.^{1,6} Para el sorgo fue de 0.174%, para la pasta de soya de 3.04% y para el gluten de maíz (60% PC) de 0.95%.

Las variables a medir en los experimentos fueron ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, evaluadas estadísticamente por medio del paquete computacional SAS.²⁹

Experimento 1

El presente experimento fue conducido como un estudio exploratorio para evaluar la respuesta del pollo de engorda, alimentado con diferentes niveles de lisina,

energía y proteína. Este estudio se planificó bajo un diseño "San Cristóbal", denominado de superficie de respuesta.^{26, 27} Se utilizaron 480 pollos de engorda, distribuidos al azar en 12 tratamientos, cuyo arreglo se muestra en el Cuadro 2, con cuatro repeticiones por tratamiento y 10 pollos por repetición.

Debido al bajo peso con que llegaron los pollos (28 g en promedio), se les proporcionó durante su primera semana de vida una dieta a base de sorgo y pasta de soya; al término de este periodo, se montó el experimento pesando a cada pollo individualmente y distribuyéndolo por frecuencia de peso en los tratamientos.

Los resultados de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, fueron evaluados estadísticamente con un análisis de varianza para un diseño completamente al azar; las medias de las variables se compararon por la prueba de rango múltiple de Tukey.²⁹ Posteriormente, se realizaron análisis de regresión para seleccionar el mejor modelo que explicara el comportamiento de las variables y predecir la respuesta.

Experimento 2

De los resultados obtenidos en el experimento anterior, donde se corroboró el efecto de la energía sobre

Cuadro 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS BASALES EMPLEADAS

Ingredientes ^a	% Base original		
	Exp. 1	Exp. 2	
Sorgo (7.68%)*	62.510	64.100	61.434
Aceite vegetal	0.500	0.800	—
P. de soya (47.68%)	18.950	18.640	16.545
Gluten de maíz (65%)	9.480	11.183	16.545
L-lisina HCl (78%)	0.394	0.020	0.034
DL-Metionina (98%)	0.182	0.156	0.043
Fosfato (26.8%Ca) dicálcico (22.6%P)	1.862	2.199	2.199
Carbonato de calcio (35.7% Ca)	1.240	1.343	1.343
Sal (yodatada)	0.400	0.400	0.400
P. Vitaminas**	0.197	0.197	0.197
P. minerales***	0.031	0.031	0.031
Arena	4.254	0.931	1.229
Total	100.000	100.000	100.000
Análisis calculado:			
Proteína (%)	20.000	20.000	22.000
EM (kcal/kg)	2900	3000	3000
Lisina	1.10	0.80	0.80
Met. +Cist	0.86	0.86	0.86

* Para el experimento dos: sorgo, 6.84%; pasta de soya, 47.6% y gluten de maíz 60.3% de proteína; fosfato dicálcico, calcio 19.8%, fósforo, 19.1%; carbonato de Ca, 38.36% de Ca

** Proporciona por cada 100 kg de dieta: Vit. K, 0.22 g; Vitamina A, 800,000 UI; Vit. D3, 300,000 UI; Vit. B12, 0.0015 g; Vit. E, 1000 UI; Riboflavina, 0.5g; Pantotenato de calcio (D), 1.5 g; Niacina, 2.5 g; Cloruro de colina (25%), 180 g

*** Sulfato de manganeso (75.8%), 22.5 g; Yoduro de potasio, 0.25 g; Carbonato de zinc, 6.5 g; Carbonato de calcio, 1.6 g

Cuadro 2
GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR POLLOS DE 7 A 28 DÍAS DE EDAD ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE LISINA, ENERGÍA Y PROTEÍNA

Trat.*	Niveles			Resultados promedio por pollo		
	L**	E**	P**	Gan. peso g	consumo g	Conv. Alim. g
1	1.10	2900	20.0	510	1029	2.02 bc
2	1.26	2900	20.0	487	994	2.04 bc
3	1.10	3100	20.0	534	992	1.86 c
4	1.26	3100	20.0	516	986	1.91 c
5	1.10	2900	22.0	504	998	1.98 bc
6	1.26	2900	22.0	485	968	2.00 bc
7	1.10	3100	22.0	523	977	1.87 c
8	1.26	3100	22.0	534	954	1.79 c
9	1.18	3000	21.0	491	977	2.37 a
10	1.34	3000	21.0	500	964	2.19 ab
11	1.18	3200	21.0	538	988	1.84 c
12	1.18	3000	23.0	514	980	1.91 c

* Siguiendo los lineamientos establecidos por ^{26,27}

** L=Lisina (%), E = Energía (Kcal de EM/kg), P = Proteína (%)

a,b,c = Números con la misma letra o sin ésta, son estadísticamente iguales

el crecimiento y que la lisina demostró tener gran importancia sobre consumo y conversión alimenticia, se planteó el presente estudio para evaluar la respuesta de los pollos a diferentes niveles de proteína, proporcionando mayor número de niveles de lisina y un nivel de energía de 3000 Kcal EM/kg.

Se usaron 480 pollos de engorda de 1 a 28 días de edad distribuidos al azar en 12 tratamientos, con 4 repeticiones cada uno y 10 pollos por repetición.

Las dietas experimentales se hicieron a partir de la dieta basal (Cuadro 1); fueron calculadas para contener 20 y 22% de proteína con 0.80, 0.90, 1.00, 1.10, 1.20 y 1.30% de lisina y 3000 kcal de EM/kg. Así, el arreglo factorial de los tratamientos fue de 2 x 6.

Los resultados fueron evaluados con un análisis de varianza para un diseño completamente al azar, con arreglo factorial, teniendo como factor A del arreglo los niveles de proteína empleados y como factor B los niveles de lisina. Posteriormente, se compararon las medias de las variables estudiadas mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. También se hicieron análisis de regresión, para seleccionar el mejor modelo que explicara el comportamiento de las variables en estudio.²⁹

Resultados

Experimento 1

Los resultados se muestran en el Cuadro 2; a partir de éstos se estimaron los modelos de regresión que mejor explicaran y predijeran los resultados.

Para la variable ganancia de peso, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) a través del análisis de varianza. Sin embargo, al descomponer la suma de cuadrados

para tratamientos en esta variable, se observó que los aumentos de peso de los pollos están influenciados lineal y significativamente ($P < 0.01$) por el nivel de energía en la dieta, incrementándose la ganancia de peso al aumentar dicho nivel (Figura 1), donde se muestra también la ecuación que mejor describió este efecto. Los efectos de la lisina, proteína e interacciones no fueron significativos ($P > 0.05$).

En cuanto a la variable consumo de alimento (Cuadro 2), ésta está influenciada significativamente ($P < 0.05$) por el contenido de lisina y proteína de la dieta, mas no así por el nivel de energía.

En conversión alimenticia se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre tratamientos. Al realizar los análisis de regresión, los niveles de lisina, proteína y energía explicaban el 81% ($R = 0.81$) de la variación para esta variable.

Experimento 2

A partir de los resultados del experimento anterior, donde se vio claramente cómo el peso de los pollos y la conversión alimenticia mejoran al aumentar la energía y la lisina en la dieta, se planteó este experimento para evaluar la respuesta de las aves cuando son alimentadas con dietas con diferentes niveles de proteína y lisina, y un nivel de energía de 3000 kcal de EM/kg, el empleado comúnmente por los avicultores. Los resultados obtenidos en este estudio para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, se muestran en el Cuadro 3.

Los niveles de proteína no tuvieron ningún efecto sobre la ganancia de peso ($P > 0.05$). Por otro lado, el efecto de la inclusión de diversos niveles de lisina sobre la ganancia de peso muestra que ésta se incrementa significativamente ($P < 0.01$) al aumentar el nivel de lisina en la dieta. A través del análisis de regresión se encontró que la lisina explica, en mayor porcentaje (90%), la variabilidad observada para ganancia de peso, teniendo ésta un efecto lineal y cuadrático significativo ($P < 0.01$) sobre dicho parámetro.

La interacción de los diferentes niveles de lisina por niveles de proteína sobre la ganancia de peso resultó ser significativa ($P < 0.05$). En el Cuadro 3 se observa que esta interacción se debió, por un lado, a que la ganancia de peso con 0.80% de lisina en la dieta resultó menor con la dieta de 22% de proteína y, por otro lado, a que la ganancia de peso de animales que consumieron dietas con 1.20% de lisina y 22% de proteína fue mayor que los que recibieron 20% de proteína y el mismo nivel de lisina.

En consumo de alimento se encontró efecto de la inclusión de los diferentes niveles de proteína. Este se reduce ($P < 0.05$) al aumentar el nivel de proteína en la dieta (Cuadro 3).

Por otro lado, al incrementar el nivel de lisina, aumentó significativamente ($P < 0.01$) dicha variable, explicando 87% de la variabilidad observada.

El consumo de alimento mostró también un efecto significativo ($P < 0.05$) de interacción entre niveles de

Cuadro 3
GANANCIA DE PESO (g), CONSUMO DE ALIMENTO (g)
Y CONVERSION ALIMENTICIA POR POLLO DE 1 A 28 DIAS
DE EDAD ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE
LISINA Y PROTEINA, CON UN NIVEL CONSTANTE DE
ENERGIA (300 Kcal DE EM/kg)

Niveles de lisina (%)	Niveles de proteína (%)		Promedios de lisina
	20	22	
Ganancia de peso (g)			
0.80	449 e	338 f	419
0.90	512 d	531 d	521
1.00	597 c	578 c	587
1.10	605 cb	602 c	603
1.20	599 c	637 a	618
1.30	628 b	625 b	627
Promedios de Proteína	565	560	CV = 5.76%
Consumo de alimento (g)			
0.80	943 e	813 e	878
0.90	999 d	1015 d	1007
1.00	1120 b	1068 c	1094
1.10	1109 b	1105 b	1107
1.20	1131 a	1140 a	1136
1.30	1151 a	1131 a	1141
Promedio de Proteína	1075	1045	CV = 4.14%
Conversión alimenticia			
0.80	2.10	2.10	2.10
0.90	1.96	1.92	1.94
1.00	1.88	1.85	1.86
1.10	1.83	1.84	1.83
1.20	1.89	1.79	1.84
1.30	1.83	1.81	1.82
Promedios de Proteína	1.91	1.88	CV = 3.90%

Números con la misma letra o sin ella, son estadísticamente iguales (Tukey $P > 0.05$).

lisina por niveles de proteína, pues éste disminuyó en animales que consumieron dietas con 1.0% de lisina y 22% de proteína.

Para la conversión alimenticia no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los distintos niveles de proteína. Sin embargo, la inclusión de lisina mejoró significativamente ($P < 0.01$) dicha variable. Las pruebas de regresión mostraron que la lisina tiene un efecto lineal y cuadrático ($P < 0.01$) sobre la conversión alimenticia, y explicó 71% de la variabilidad observada y que con 1.10% de lisina total se obtiene la mejor conversión alimenticia.

Discusión

Experimento 1

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron que la ganancia de peso de los pollos se incre-

menta linealmente, conforme se aumenta el nivel de EM en la dieta. Esta información indica que la energía es uno de los principales nutrimentos que regula el crecimiento en aves; ello concuerda con lo informado por varios investigadores,^{10, 13, 16, 32, 33} quienes encontraron que para optimizar el crecimiento hay que incluir niveles elevados de EM en las dietas.

En lo que respecta al consumo de alimento, la EM de la dieta no mostró efecto alguno; sin embargo, el contenido de lisina y proteína influenciaron esta variable. El efecto primario de regulación del consumo en pollos en crecimiento es la EM de la dieta, pero otros nutrimentos como aminoácidos esenciales son también un factor de regulación.³¹

Los datos obtenidos en conversión alimenticia indican que 81% de la variación encontrada se debía a los efectos significativos de la lisina, proteína y energía. Ello indica que esta variable es más sensible que la ganancia de peso y consumo de alimento en pollos de engorda en iniciación, cuando se alimentan con dietas que poseen diferentes niveles de estos tres componentes nutritivos. Esta información coincide con lo indicado por Pesti,²² quien sugiere que la conversión alimenticia está afectada por el contenido de energía y proteína.

Experimento 2

La ausencia de resultados significativos para los diferentes niveles de proteína empleados sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia, difiere de los resultados obtenidos en algunos estudios.^{14, 21, 25, 28} En éstos se menciona que la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia mejoran significativamente cuando se incrementa el nivel de proteína o energía en las dietas para pollos. Sin embargo, los resultados de este experimento concuerdan con lo informado en la literatura,^{7, 18, 20, 33} donde se menciona que es posible disminuir el contenido proteínico en dietas para pollos de engorda sin detrimento del crecimiento de éstos, siempre y cuando se satisfagan las necesidades de aminoácidos esenciales.

La inclusión de los diversos niveles de lisina mostraron que a través de ellos se explica casi toda la variabilidad observada para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, encontrándose que la mejor respuesta al crecimiento fue en animales que consumieron dietas con 1.20% y 1.10% de lisina para 22 y 20% de proteína respectivamente. Esto puede deberse a que²⁵ el nivel de lisina debe ser proporcional al porcentaje de proteína; esto es lo más recomendable desde el punto de vista nutricional, ya que se evita un desequilibrio de aminoácidos y se ahorra lisina. En cuanto al punto óptimo para consumo de alimento se encontró en 1.20%. Para conversión alimenticia, la mejor respuesta se encontró en animales que consumieron dietas con 1.1% de lisina, lo que puede deberse a que esta variable no se mide directamente, sino que se calcula y está supeditada al consumo de alimento y ganancia de peso. Estos datos sugieren que la variable

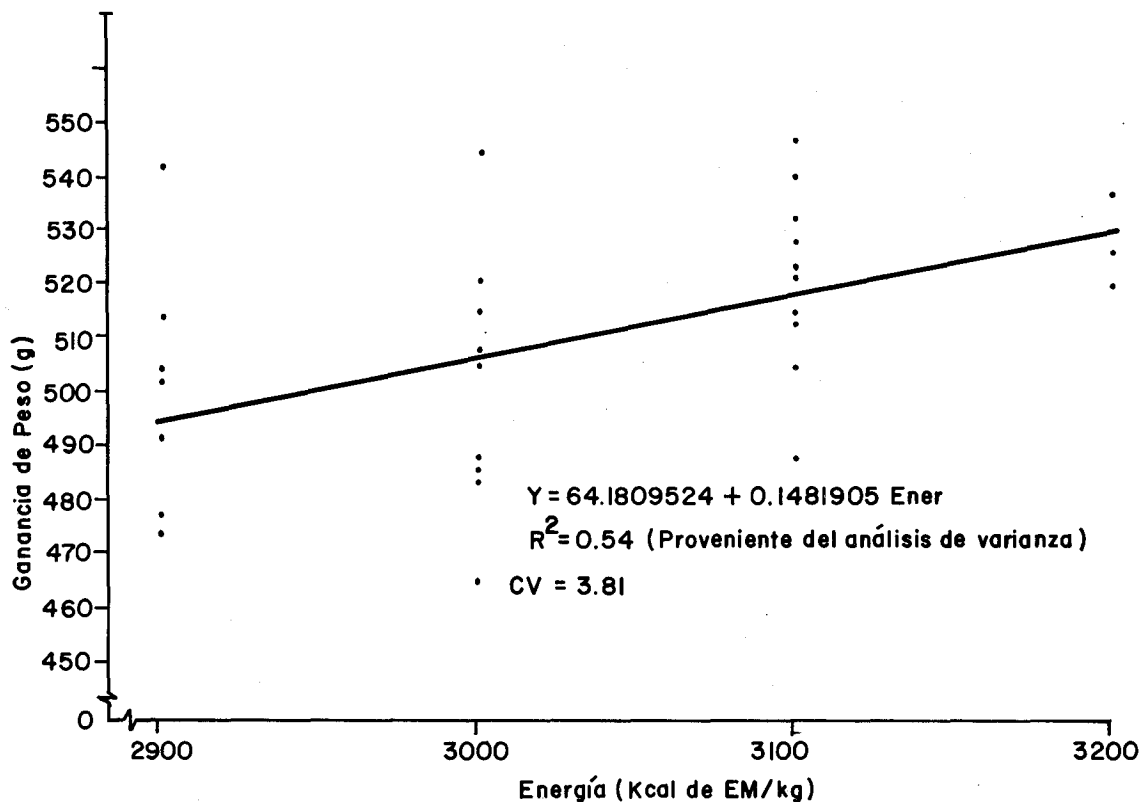


Figura 1. Efecto de los diferentes niveles de energía sobre la ganancia de peso en pollos de engorda de 7 a 28 días de edad

más sensible para evaluar las necesidades de lisina del pollo en iniciación (0-4 semanas) es la ganancia de peso.

Los resultados mencionados no concuerdan con las necesidades de lisina indicadas por Scott *et al.*,³¹ quienes proponen un nivel de 1.15% de este aminoácido en la dieta, y con lo indicado por Cuca *et al.*,⁶ quienes sugieren un requerimiento de 1.25% de lisina en pollos de engorda en iniciación. Empero, concuerdan con los requerimientos establecidos por el NRC.¹⁹ La variabilidad encontrada entre los resultados de varios autores y este experimento sobre el establecimiento de las necesidades de lisina, puede deberse a los datos considerados por cada autor sobre el contenido de lisina total proveniente de los ingredientes usados para formular la dieta, así como de la disponibilidad que tengan los ingredientes de este aminoácido.

Abstract

Two experiments were conducted in order to study the response of 7-28 or 0-28 day old broilers to diets with different levels of energy, protein and lysine. The first experiment included 12 treatments with four replicates each, and a total of 480 seven-day old broiler chicks.

The experimental design was the "San Cristobal" type of response surface. Results showed no significant differences among treatments for body weight gain. However, a significant difference ($P < 0.01$) was observed when a linear regression analysis was used. It was found that body weight gains were influenced linearly by the energy level in the diet. For feed consumption there were significant differences for lysine and protein levels, but not for energy levels. Significant differences were observed for feed efficiency among treatments due to protein, lysine and energy. In the second experiment, 480 broilers were fed diets with 3000 Kcal ME/kg of feed and different levels of protein and lysine. Statistical analyses were conducted using a completely randomized design, linear regression with 12 treatments and four replicates of 10 chicks each. After 28 days, results showed no significant difference ($P > 0.05$) among treatments for body weight gain due to protein level, but for lysine levels the differences were significant ($P < 0.01$). No significant difference for feed consumption was observed among treatments, nor for feed conversion ($P > 0.05$) due to protein levels, but there was a significant difference due to lysine supplementation.

Literatura citada

1. Allen, R.D.: Ingredient Analysis Table: Feedstuffs Yearbook Issue. The Miller Publishing Co., Minneapolis, Minnesota, 1985.
2. Almquist, H.J. and Mecchi, E.: Lysine requirement of the chick. *Proc. Soc. exp. biol. Med.*, 49: 174-176 (1942).
3. Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis. 12th ed. *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, D.C., 1975.
4. Bartov, I.: Lack of interactive effect of nicarbazin and dietary energy to protein ratio on performance and abdominal fat pad weight of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 68: 1535-1539 (1989).
5. Cuca, G.M., Avila, G.E. y Pró, M.A.: Alimentación de las Aves. *Colegio de Postgraduados*, Chapingo, Edo. de México, México, 1982.
6. Cuca, G.M., Avila, G.E. y Pró, M.A.: Alimentación de las Aves. *Colegio de Postgraduados*, Chapingo, Edo. de México, México, 1990.
7. Dagher, N.J.: Effect of lysine and methionine supplementation of low protein roaster diets after six weeks of age. *Poult. Sci.*, 62: 1572-1575 (1983).
8. Dale, N.M. and Fuller, H.L.: Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II Constant vs. cycling temperature. *Poult. Sci.*, 59: 1434-1441 (1980).
9. Deaton, J.W. and Lott, B.D.: Age and dietary effect on broiler abdominal fat deposition. *Poult. Sci.*, 64: 2161-2164 (1985).
10. Deaton, J.W., McNaughton, J.L. and Lott, B.D.: The effect of dietary energy level and broiler body weight on abdominal fat. *Poult. Sci.*, 62: 2394-2397 (1983).
11. Donaldson, W.E., Combs, G.F. and Romoser, G.L.: Studies on energy levels in poultry rations. I. The effect of calorie-protein ratio of the ration on growth, nutrient utilization and body composition of chicks. *Poult. Sci.*, 35: 1100-1105 (1956).
12. Edwards, H.M. Jr., Norris, L.C. and Heuser, G.F.: Studies on the lysine requirement of chicks. *Poult. Sci.*, 32: 385-390 (1956).
13. Jackson, S., Summers, J.D. and Leeson, S.: Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. *Poult. Sci.*, 61: 2224-2231 (1982).
14. Jackson, S., Summers, J.D. and Leeson, S.: Effect of dietary protein and energy on broiler performance and production costs. *Poult. Sci.*, 61: 2232-2240 (1982).
15. Jerez, S.M.P.: Evaluación genética-nutricional del crecimiento del pollo de engorda. Tesis de maestría. *Colegio de Postgraduados*. Chapingo, Edo. de México, México, 1988.
16. Jones, R.L. and Wiseman, J.: Effect of nutrition on broiler carcass composition: Influence of dietary energy content in the starter and finisher phases. *Poult. Sci.*, 26: 381-388 (1985).
17. Lewis, D.: Protein- energy interaction in broiler and turkey relations. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Edited by: Haresign, W., Cole, D.J.A., 18-29. *Butterworths*, London, 1979.
18. Lipstein, B. and Bornstein, S.: The replacement of some of the soybean meal by the first limiting amino acids in practical broiler diets. *Br. Poult. Sci.*, 16: 189-200 (1975).
19. National Research Council: Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Poultry. 8th ed. *National Academy of Sciences*, Washington, D.C., 1984.
20. Ojeda, O.M.A., Avila, E. y Casarín, A.: Efectos de diferentes niveles de proteína en dietas para pollos de engorda. *Téc. Pec. Méx.*, 34: 39-48 (1978).
21. Olomu, J.M. and Offiong, A.: The effect of different protein and energy levels and time of change from starter to finisher ration on the performance of broiler chickens in the tropics. *Poult. Sci.*, 59: 828-835 (1980).
22. Pesti, G.M.: Characterization of the response of male broiler chickens to diets of various protein and energy contents. *Br. Poult. Sci.*, 23: 527-537 (1982).
23. Pesti, G.M. and Fletcher, D.L.: The response of male broiler chickens to diets with various protein contents during the grower and finisher phases. *Br. Poult. Sci.*, 25: 415-423 (1984).
24. Pesti, G.M. and Smith, C.F.: The response of growing broiler chickens to dietary contents of protein, energy and added fat. *Br. Poult. Sci.*, 25: 127-138 (1984).
25. Pró, M.A., Neri, F.O. y Cuca, G.M.: Estudio comparativo del maíz opaco-2 y maíz normal y el efecto de la suplementación de lisina en dietas para pollos en iniciación. *Téc. Pec. Méx.*, 15-16: 14-20 (1971).
26. Rojas, A.B.: Análisis estadístico del diseño "San Cristóbal" con tres factores. En: Temas Didácticos No. 7. Editado por: SARH-INIA, 17. *SARH-INIA*, México, D.F., 1979.
27. Roush, W.B., Peterson, R.G. and Arcscott, G.H.: An application of response surface methodology to research in poultry nutrition. *Poult. Sci.*, 58: 1504-1513 (1979).
28. Salmon, R.E., Classen, H.L. and McMillan, R.K.: Effect of starter and finisher protein on performance, carcass grade and meat yield of broilers. *Poult. Sci.*, 62: 837-845 (1983).
29. SAS Institute: SAS User's Guide. 9th ed. *SAS Institute*, Raleigh, North Carolina, 1979.
30. Scott, H.M., Matterson, L.D. and Singsen, E.P.: Nutritional factors influencing growth and efficiency of feed utilization. 1. The effect of the source of carbohydrate. *Poult. Sci.*, 26: 554 (1947).
31. Scott, M.L., Nesheim, M.C. and Young, R.J.: Nutrition of the Chicken. 3rd ed. *M.L. Scott & Associates*, Ithaca, New York, 1982.
32. Sell, P.J., Tenesaca, L.G. and Bales, G.L.: Influence of dietary fat on energy utilization by laying hens. *Poult. Sci.*, 58: 900-905 (1979).
33. Waldroup, P.W., Mitchell, R.J., Payne, J.R. and Johnson, Z.B.: Characterization of the response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. *Poult. Sci.*, 55: 130-145 (1976).