

Veterinaria México

Volumen 36
Volume

Número 2
Number

Abril-Junio 2005
April-June

Artículo:

Necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn Blancas

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

**Otras secciones de
este sitio:**

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

***Others sections in
this web site:***

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn Blancas*

Digestible lysine and sulfur amino acids requirements in White Leghorn hens

Benjamín Fuente Martínez** Antonio Díaz Cruz*** Jorge Lecumberri López†
Ernesto Ávila González**

Abstract

In order to know the requirements of digestible lysine and sulfur amino acids in White Leghorn hens, two experiments were conducted. Two hundred and forty caged laying hens, Isa Babcock B-300 line, were used in each experiment. The birds were 24 weeks old. Completely randomized designs with 5 treatments were used in both experiments. In Experiment 1, the treatments were 5 amounts of digestible lysine (0.47%, 0.57%, 0.67%, 0.77% and 0.87%), and in Experiment 2 the treatments were 5 amounts of digestible methionine + cystine (0.41%, 0.47%, 0.53%, 0.59% and 0.65%). The basal diets with 15.69% crude protein were based on sorghum + soybean and corn yellow gluten meal. In order to reach the required amino acid levels in the experimental diets, HCl L-lysine and DL- methionine were added. In each experiment, the studied productive parameters that were analyzed by multivariate variance analysis were: laying percentage, egg weight, egg mass per bird per day, feed consumption and feed conversion. The results obtained through 10 weeks of experimentation showed a quadratic effect ($P < 0.01$), the optimum levels in order to reach maximum productivity were 0.728% of digestible lysine and 0.615% of digestible methionine + cystine with a daily feed consumption per bird of 655 mg of lysine and 553 mg of sulfur amino acids. These results suggest that the ideal relationship for maximum productivity in layer hens is: lysine at 100% and methionine + cystine at 84.4%.

Key words: DIGESTIBLE LYSINE, DIGESTIBLE SULFUR AMINO ACIDS, PERFORMANCE PARAMETERS, HENS.

Resumen

Se realizaron dos experimentos con el objeto de conocer las necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn Blancas; para cada uno de ellos se emplearon 240 gallinas de la línea Isa Babcock B-300 de 24 semanas de edad, alojadas en jaula. Se utilizaron diseños completamente al azar, con cinco tratamientos en ambos experimentos. En el experimento 1 se emplearon cinco niveles de lisina digestible (0.47%, 0.57%, 0.67%, 0.77% y 0.87%) y en el experimento 2, cinco niveles de metionina + cistina digestibles (0.41%, 0.47%, 0.53%, 0.59% y 0.65%). En los experimentos, las dietas basales se elaboraron con sorgo, soya y gluten de maíz, con 15.69% de proteína, y para lograr los diferentes niveles de aminoácidos en las dietas se empleó L-lisina HCl y DL-metionina. Se llevaron registros de las variables productivas, porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo ave-día, consumo de

Recibido el 20 de mayo de 2004 y aceptado el 24 de noviembre de 2004.

*Parte de este trabajo corresponde a la tesis de maestría en ciencias del primer autor.

**Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Salvador Díaz Mirón s/n, 13209, México, D. F., Tel. 5845-0029.

***Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F., Tel. 5622-5707.

†Departamento de Genética y Bioestadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

Correspondencia: Benjamín Fuente Martínez. Correo electrónico: bfuente@correo.unam.mx Salvador Díaz Mirón s/n, Col. Zapotitlán, 13209, México, D.F., Tel. y fax: 01 (55) 5845-0029 y 5845-1530.

alimento y conversión alimentaria. Los datos de las variables para cada estudio se analizaron por medio de un análisis de varianza multivariado. Los resultados en diez semanas para los experimentos mostraron un efecto cuadrático ($P < 0.01$), los niveles óptimos para un máximo comportamiento productivo fueron de 0.728% de lisina digestible y 0.615% de metionina + cistina digestible; o un consumo diario por ave de 655 mg de lisina y 553 mg de aminoácidos azufrados digestibles. Estos resultados indican que las relaciones ideales, para la gallina de postura, lisina y metionina + cistina digestibles para un máximo comportamiento son: considerando a la lisina como 100% de 84.4% para metionina + cistina

Palabras clave: LISINA DIGESTIBLE, AMINOÁCIDOS AZUFRADOS DIGESTIBLES, VARIABLES PRODUCTIVAS, GALLINAS.

Introduction

Diet formulation for hens is based upon the consumption of feed, the consumption of nutrients, the bird's age, nutritional composition of the ingredients, costs of the same, environment and handling considerations. This information is basic for the preparation of diets, with the desired nutritional density, so that daily needs of essential amino acids are covered for each bird.¹⁻⁵

Nutritional needs are constantly being evaluated in order to obtain a satisfactory productive efficiency in relation with the genetic advances of the egg producing lines of hens. Research on the quantitative needs of lysine and sulfur amino acids for white Leghorn hens has given as a consequence a wide range of responses. Different editions of NRC⁶ have indicated a minimum consumption of 700 mg and 690 mg² of lysine per bird per day. Noyola *et al.*⁷ reported that 44 weeks old hens, that received diets with 16% and 14% protein, had 747.5 mg and 852 mg lysine needs per bird, per day, respectively.

Hijikuro *et al.*⁸ mentioned, that diets with 12.9% protein required 611 mg of lysine per bird, per day, for an optimal productive behavior. Harms⁹ reported total 823 mg of lysine per bird, per day, were needed for maximum production while 818 mg of lysine were required for higher daily egg mass. Cuca *et al.*⁵ recommended 0.77% total lysine in diets with 15% to 17% protein and 2 600 to 2,800 Kcal/kg of ME. Schutte and Smink¹⁰ reported digestible lysine needs at 720 mg per bird, per day, for a maximum daily egg mass/bird production (57 g) and body weight of the hen at 1 500 g.

Sheideler¹¹ recommends 900 mg lysine consumption with high levels of total sulfur amino acids in the diet in order to have a maximum size of egg. Coon and Zhang¹² determined the digestible lysine need per bird, per day, at 675 mg for maximum egg mass/bird production (51.25 g). The Isa Babcock,* Manual recommends 800 to 860 mg total lysine per bird, per day, according to the production stage the bird is in.

NRC⁶ indicated a minimum 600 mg of methio-

Introducción

La formulación de dietas para gallinas está basada en el consumo de alimento, consumo de nutrientes, edad del ave, composición nutricional de los ingredientes, costos de los mismos, ambiente y consideraciones de manejo. Esta información resulta básica en la nutrición para elaborar dietas, con la densidad de nutrientes deseada y así satisfacer las necesidades diarias de aminoácidos esenciales por el ave.¹⁻⁵

Con la finalidad de obtener una satisfactoria eficiencia productiva, y debido al avance genético de las estirpes productoras de huevo, constantemente se reevalúan las necesidades de nutrientes. La investigación sobre las necesidades cuantitativas de lisina y aminoácidos azufrados para las gallinas Leghorn blancas, ha traído como consecuencia un amplio espectro de respuesta. El NRC⁶ en diferentes ediciones ha indicado como mínimo un consumo de 700 mg y 690 mg² de lisina total por ave por día. Noyola *et al.*⁷ informaron que para gallinas de 44 semanas de edad, recibiendo dietas con 16% y 14% de proteína las necesidades de lisina total fueron de 747.5 mg y 852 mg por ave por día, respectivamente.

Hijikuro *et al.*⁸ mencionaron, para dietas con 12.9% de proteína, necesidades de lisina total por ave por día, de 611 mg para un óptimo comportamiento productivo. Harms⁹ notificó necesidades de lisina total para máxima producción de 823 mg de lisina por ave por día y de 818 mg de lisina para mayor masa de huevo diaria. Cuca *et al.*⁵ recomiendan 0.77% de lisina total en dietas con 15% a 17% de proteína y 2 600 a 2 800 Kcal/kg de EM. Schutte y Smink¹⁰ notificaron necesidades de lisina digestible de 720 mg por ave por día, para máxima producción de masa de huevo diaria / ave (57 g) y un peso de la gallina de 1 500 g.

Sheideler¹¹ recomienda un consumo de lisina de 900 mg con niveles altos de aminoácidos azufrados totales en la dieta para máximo tamaño del huevo. Coon y Zhang¹² determinaron necesidades de lisina digestible por ave por día de 675 mg para máxima

nine + cystine per bird per day for sulfur amino acids and then later on the NRC² indicated 580 mg. Cuca *et al.*⁵ recommended for hens 0.57% sulfur amino acids in diets with 2,600 to 2,800 Kcal/kg of ME. Harms⁹ indicated 304 mg methionine for 28 weeks old, Hy-Line W36 hens, and with diets with 12.8% protein. Morales¹³ suggests 0.67% digestible methionine + cystine in diets with 14.30% protein and 2 833 Kcal/kg of ME.

Schutte *et al.*¹⁴ and Harms¹⁵ coincided in indicating sulfur amino acids needs at 604 mg, 576 mg, 658 mg per bird per day, for diets with 14.89%, 13% and 12.7% protein, respectively.

Calderon and Jensen¹⁶ found in two experiments, using hens 32 and 59 weeks of age, and diets with 13%, 16% and 19% crude protein and 2 912 Kcal/kg of ME, that total sulfur amino acid needs per bird, per day were 659 mg, 715 mg and 773 mg, respectively. Ibáñez and Potter¹⁷ determined that the optimum economic level of methionine + cystine was 0.63% or 668 mg per bird, per day, with diets that contained 2 760 Kcal of ME/kg and 15.2% of crude protein. Zollitsch *et al.*¹⁸ determined that with the consumption of 720 mg of total sulfur amino acids, before and after the production peak, a maximum egg mass was obtained. Coon and Zhang¹² determined, as an average of several experiments, that 547 mg digestible sulfur amino acids were needed per bird, per day.

These variations in the amino acid requirements may be due, in part, to the many diets that were formulated based upon the total amino acids and not taking into consideration the digestibility of the amino acids contained in the raw materials that were used.^{5,19} From this, it is inferred that it is important to know not only the composition of the ingredients in terms of digestible amino acids, but also the needs of the layer hen for a maximum productive behavior.

Taking into consideration this background, this work was done to re-evaluate the most limiting digestible amino acids needs (methionine + cystine and lysine), 20 to obtain the maximum productive behavior in diets for White Leghorn layer hens.

Material and methods

Two experiments were performed, using completely random designs with hens lodged in cages in a conventional type, natural environment, henhouse in the Teaching, Research and Extension Avian Production Center of the Faculty of Veterinary Medicine and Husbandry of the National Autonomous University of Mexico in Santiago Zapotitlan, Mexico City, at 2 250 m above sea level between parallels 19° and 17' North latitude and meridians 99° 00'30" West longitude, under warm-sub humid climate conditions, and low

producción de masa de huevo/ave (51.25 g). El manual de la Isa Babcock,* recomienda para explotaciones comerciales entre 800 a 860 mg por ave por día de lisina total, de acuerdo con la etapa de producción en que se encuentre el ave.

Para aminoácidos azufrados el NRC⁶ marcó como mínimo 600 mg de metionina + cistina por ave por día y posteriormente el NRC,² señala 580 mg. Cuca *et al.*⁵ recomiendan 0.57% de aminoácidos azufrados en dietas con 2 600-2 800 Kcal/kg de EM para gallinas. Harms⁹ señala para gallinas Hy-Line W36 con 28 semanas de edad y dietas con 12.8% de proteína, 304 mg de metionina. Morales¹³ sugiere 0.67% de metionina + cistina digestible en dietas con 14.30% de proteína y 2 833 Kcal/kg de EM.

Schutte *et al.*¹⁴ y Harms¹⁵ coincidieron en que las necesidades de aminoácidos azufrados eran de 604 mg, 576 mg, 658 mg por ave por día, para dietas con 14.89%, 13% y 12.7% de proteína, respectivamente.

Calderón y Jensen,¹⁶ en dos experimentos empleando gallinas de 32 y 59 semanas de edad, y dietas con 13%, 16% y 19% de proteína cruda y 2 912 Kcal/kg de EM, encontraron que las necesidades de aminoácidos azufrados totales por ave por día eran de 659 mg, 715 mg y 773 mg, respectivamente. Ibáñez y Potter¹⁷ determinaron como nivel óptimo económico de metionina + cistina 0.63% o 668 mg por ave por día, con dietas que contenían 2 760 Kcal de EM/kg y 15.2% de proteína cruda. Zollitsch *et al.*¹⁸ determinaron que con un consumo de 720 mg de aminoácidos azufrados totales, antes y después del pico de producción, se obtenía la máxima masa de huevo. Coon y Zhang¹² determinaron, como promedio de varios experimentos, que eran necesarios 547 mg por ave por día de aminoácidos azufrados digestibles.

Estas variaciones en los requerimientos de aminoácidos pueden deberse en parte a que muchas de las dietas se formularon con base en aminoácidos totales y no se consideró la digestibilidad de los aminoácidos en la materia prima empleada.^{5,19} De lo anterior se infiere la importancia de conocer no sólo la composición de los ingredientes en términos de aminoácidos digestibles, sino también las necesidades de la gallina de postura para un máximo comportamiento productivo.

Con estos antecedentes se realizó el presente trabajo para reevaluar las necesidades de los aminoácidos digestibles más limitantes (metionina + cistina y lisina),²⁰ para un máximo comportamiento productivo en dietas para gallinas en postura de tipo ligero Leghorn blancas.

*Guía de manejo Babcock B-300 ponedoras de huevos blancos, 1998

degree of humidity C (wo)(w), with average annual rainfall of 747 mm. The coldest month is January and May is the warmest. Mean annual temperature is 16°C.²¹ For each experiment 24-week-old, Leghorn white hens of the Isa Babcock B-300 line were used. Each experiment was randomized into five treatments, with four replicates of 12 hens each, making it a total of 240 hens.

The composition of the basal diets that were used to know the needs for digestible lysine (experiment 1) and for digestible sulfur amino acids (experiment 2) are found in Table 1. The raw materials that were

Material y métodos

Se realizaron dos experimentos, empleando diseños completamente al azar con gallinas alojadas en jaulas en una caseta de ambiente natural tipo convencional. En el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Santiago Zapotitlán, ciudad de México, a 2 250 msnm, entre los paralelos 19° y 17' de latitud Norte y los meridianos 99° 00' 30" longitud Oeste, bajo condiciones de clima templado-

Cuadro 1

COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS BASALES PARA DETERMINAR LAS NECESIDADES DE LISINA Y AMINOÁCIDOS AZUFRADOS DIGESTIBLES EN GALLINAS DE POSTURA
COMPOSITION OF BASAL DIETS TO DETERMINE DIGESTIBLE LYSINE AND SULFUR AMINO ACIDS NEEDS FOR LAYING HENS.

<i>Ingredients</i>	<i>Exp. 1</i>	<i>Exp. 2</i>
	<i>kg/ton</i>	<i>kg/ton</i>
Sorghum (9%)	699.862	647.856
Soybean meal (46%)	88.361	181.736
Corn yellow gluten meal (60%)	80.000	20.000
Vegetable oil	10.000	30.172
Calcium carbonate	89.944	89.525
Calcium phosphate	13.472	13.012
Salt	3.364	3.744
Vitamins for layers*	2.500	2.500
Minerals *	1.000	1.000
Avired**	1.000	1.000
Avelut**	0.500	0.500
Promotor	0.500	0.500
Anti-oxidant	0.400	0.400
Choline chloride (60%)	0.300	0.300
Fungicide	0.250	0.250
DL-methionine (99%)	1.230	0
HCl L-lysine (78.8%)	0.812	1.344
L-threonine (98.5%)	0.505	0.161
Sugar	6.000	6.000
Total	1 000	1 000

*Premix of vitamins and minerals per kg: Vitamin A, 4 MIU; Vitamin D-3, 1,1 MIU; Vitamin E, 4,000 IU; Vitamin K-3, 0.9 g; Thiamin, 0.5 g; Riboflavin, 2.0 g; Pyridoxine, 0.5 g; Vitamin B-12, 4.0 mg; Niacin, 9.0 g; Pantothenic Ac., 6.0 g; Biotin, 20.0 mg; Folic Ac., 0.2 g; Anti-oxidant, 10.0 g; (TBHQ, BHT and ETQ) Iron, 110 g; Zinc, 50. g; Manganese, 110. g; Copper, 12. g; Iodine, 0.300 g; Selenium, 0.1 g; Cobalt, 0.2 g.

**15 g yellow and 5 g of red (courtesy of Pigmentos Vegetales del Centro, S.A. de C.V).

used were sorghum, soybean meal, corn yellow gluten meal, and synthetic amino acids. In experiment 1, the diet had a content of 15.69% crude protein, 2 907 kcal/kg of ME and 0.47% digestible lysine (Table 2). The five levels of digestible lysine that were used varied in a range of 0.47% to 0.87%, with 0.1 increments of lysine with the complementation of HCl L-lysine at the expense of basal diet sugar trying not to change the nutritional value of the diet. In experiment 2, to establish the needs for digestible methionine + cystine (Table 1), the diet contained 15.19% crude protein, 2 900 kcal / kg of ME and 0.41% digestible methionine + cystine (Table 2); the five levels of digestible sulfur amino acids (DAA) that were used varied in a range from 0.41% to 0.65%, with 0.06% increments and the complementation with DL- methionine was made at the expense of sugar of the basal diet. The essential amino acids of the diets covered the needs of the hens, with the exception of the amino acid being tested, that was provided in different amounts in the diet with the basal level of each amino acid below what is recommended by NRC² that expresses the requirement in total and non digestible base, yet indicates that the needs of digestible amino acids are 10% less than the totals. Analysis of the crude protein in the feed was established through the AOAC²² technique and amino acids were established.²³ Amino acid digestibility values for all ingredients were taken from the material published by Mariscal *et al.*

In the henhouse, natural light was complemented

subhúmedo, y bajo grado de humedad C (wo)(w), con precipitación pluvial media anual de 747 mm. El mes más frío es enero y mayo el más caluroso. La temperatura media anual es de 16°C.²¹ En cada experimento se emplearon gallinas Leghorn blancas de la línea Isa Babcock B-300 con 24 semanas de edad. Para cada experimento las aves se distribuyeron aleatoriamente en cinco tratamientos, con cuatro réplicas de doce gallinas cada una, con un total de 240 gallinas.

En el Cuadro 1 se muestra la composición de las dietas basales utilizadas para conocer las necesidades de lisina digestible (experimento 1) y aminoácidos azufrados digestibles (experimento 2) con base en sorgo, pasta de soya, gluten de maíz y aminoácidos sintéticos empleados. En el experimento 1 la dieta con un contenido de 15.69% de proteína cruda, 2 907 kcal/kg de EM y 0.47% de lisina digestible (Cuadro 2), llevaron cinco niveles de lisina digestible en la dieta que variaron de un rango de 0.47% a 0.87%, con incrementos de 0.1 de lisina con la complementación con L-lisina HCl, a expensas del azúcar de la dieta basal, con objeto de no alterar el valor nutricional de las diferentes dietas. Para el experimento 2, sobre necesidades de metionina + cistina digestible (Cuadro 1), la dieta contenía 15.19% de proteína cruda, 2 900 kcal/kg de EM y 0.41% de metionina + cistina digestible (Cuadro 2); los cinco niveles de aminoácidos azufrados digestibles (AAD) empleados variaron de un rango de 0.41% a 0.65%, con incrementos de 0.06% y las complementaciones con DL-metionina se hicieron

Cuadro 2

ANÁLISIS DETERMINADO Y CALCULADO DE LAS DIETAS BASALES EMPLEADAS EN LOS EXPERIMENTOS

DETERMINED AND ESTIMATED BASAL DIETS ANALYSIS USED IN THE EXPERIMENTS

<i>Nutriments</i>	<i>Exp. 1</i>	<i>Exp. 2</i>
Crude protein (%)	15.69	15.19
Metabolizable energy (kcal/kg)	2907	2900
Lysine (%)	0.540	0.788
Digestible lysine (%)*	0.470	0.686
Methionine (%)	0.420	0.240
Digestible methionine (%)*	0.365	0.208
Methionine + Cystine (%)	0.690	0.490
Digestible Methionine + Cystine (%)*	0.573	0.407
Total calcium (%)	3.500	3.500
Available phosphorus (%)	0.380	0.380

*Digestible lysine represented approximately 87% of the total; digestible methionine 86.8% of the total; digestible sulfur amino acids 83.2% of the total, based upon the Mariscal *et al.* tables.

**Cuadro de contenido de aminoácidos totales y digestibles verdaderos para pollos de los principales ingredientes utilizados en Latinoamérica, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 1995.

with artificial light in order to have a 16 h photoperiod.²⁴ Feed and water were offered *ad libitum* during the experiments. The experiments lasted ten weeks. Eggs were collected every day at 11:00 o'clock, counted, weighed and a weekly summary was made of the laying percentage, average egg weight, daily egg mass [laying % by egg weight in g/100], feed consumption and feed conversion (productive variables). The multivariate statistical analysis of each experiment was done by the statistical package SPSS.²⁵ Also, in order to reduce the number of variables to be analyzed, the main components technique was used, with a quadratic regression for each one of the amino acids, finally, by the one derived from the regression formula, the amino acid value that maximized the main component was detected.²⁶

Results

Table 3 shows the results that were obtained in ten weeks of experimentation for the productive variables in both experiments. In the digestible lysine experiment (experiment 1), it could be seen that according

a expensas del azúcar de la dieta basal. Los aminoácidos esenciales de las dietas cubrieron las necesidades, a excepción del aminoácido a probar, el cual se dio a diferentes niveles en la dieta, encontrándose el nivel basal de cada aminoácido en las dietas por debajo de lo recomendado por el NRC,² que expresa el requerimiento en base total y no digestible, pero que señala que las necesidades de aminoácidos digestibles son 10% menores a los totales. Se hicieron análisis del contenido de proteína cruda en el alimento mediante la técnica que marca el AOAC²² y se realizó la determinación de aminoácidos.²³ Los valores de la digestibilidad de los aminoácidos para los ingredientes, se tomaron del material publicado por Mariscal *et al.*

En la caseta, la luz natural fue complementada con luz artificial para contar con un fotoperiodo de 16 h.²⁴ En los experimentos el agua y el alimento se ofrecieron a libertad. Los experimentos tuvieron una duración de diez semanas. Diariamente se recogió el huevo a las 11:00 h, se contabilizó, se pesó y se resumió semanalmente el porcentaje de postura, peso promedio del huevo, masa de huevo diaria [% de postura por peso del huevo en g/100], consumo

Cuadro 3

DATOS EN 70 DÍAS DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE LISINA Y DE AMINOÁCIDOS AZUFRADOS (MET + CIST) DIGESTIBLES
PRODUCTIVE PERFORMANCE OF HENS FED WITH DIFFERENT LEVELS OF DIGESTIBLE LYSINE AND SULFUR AMINO ACIDS (METH + CYST), 70 DAYS DATA

<i>Digestible Amino Acids</i>	<i>Egg Laying (%)</i>	<i>Egg Weight g</i>	<i>Daily egg mass g</i>	<i>Feed consumption g / bird / day</i>	<i>Feed Conversion</i>
(Exp. 1) Lysine					
0.47%	69.9	51.8	36.2	78.4	2.19
0.57%	86.5	53.1	45.9	88.1	1.92
0.67%	88.5	54.7	48.4	89.6	1.85
0.77%	86.2	54.7	47.1	88.6	1.88
0.87%	86.8	54.4	47.2	91.0	1.94
MSE	1.71	0.13	0.42	0.49	0.02
(Exp. 2) DAA					
0.41 %	84.1	52.1	43.8	86.6	1.98
0.47 %	87.7	55.0	48.3	92.4	1.92
0.53 %	89.4	54.5	48.8	89.4	1.84
0.59 %	91.1	55.1	50.1	90.3	1.80
0.65 %	89.8	55.0	49.4	90.5	1.84
MEE	1.55	0.28	0.93	1.43	0.03

MEE = Mean standard error

DAA = Digestible sulfur amino acids

to the increases in the amounts of lysine in the diet, the productive parameters were improved until the level of 0.67% was reached, with a higher egg production (88.5%), egg weight (54.7 g) and egg mass per bird per day (48.4 g) and also the best feed conversion (1.85). In the sulfur amino acids experiment (experiment 2) it also happened that as the sulfur amino acid percentage increased in the diet the productive parameters of the layers were improved up to a level of 0.59%, with the highest egg production (91.1%), egg weight (55.1 g), egg mass (50.1 g) and best feed conversion (1.80).

The main components technique results are shown in Table 4, where the highest coefficient corresponds to egg mass and the lowest coefficient corresponds to feed conversion, this means that when egg laying, egg weight, feed consumption and egg mass were increased, feed conversion was improved.

Using the main component results, a quadratic regression was done with the amounts of amino acids that were studied, in order to find the relationship between the different amino acids. This analysis revealed a determination coefficient of 73.96% and significance of ($P < 0.001$) between the productive variables and amino acids levels.

Finally, the data were obtained that suggest the maximum level of inclusion for each one of the amino acids that were studied. In Figure 1, 0.728% or 655 mg/bird/day is indicated as the optimum level for digestible lysine in the ration. In the case of digestible sulfur amino acids Figure 2 indicates the inclusion in the diet of 0.615% or 553 mg/bird/day. It is important that we indicate that the amount per bird, per day was estimated based on the average consumption of 90 g per bird per day.

In Table 3, it can be seen that the optimum level of digestible lysine is within the levels studied in this experiment (0.67%–0.77%). If the results of both treatments are averaged for feed consumption (89.1

de alimento y conversión alimentaria (variables productivas). Para el análisis estadístico multivariado de cada experimento se utilizó el paquete estadístico de SPSS.²⁵ Además, con el objeto de reducir el número de variables para su análisis, se utilizó la técnica de componentes principales y a ésta se le realizó una regresión cuadrática con cada uno de los aminoácidos, finalmente por medio de la derivada de la fórmula de regresión se buscó el valor del aminoácido que maximizara al componente principal.²⁶

Resultados

El Cuadro 3 muestra los resultados obtenidos en diez semanas de experimentación para las variables productivas en ambos experimentos en donde se observa en el experimento de lisina digestible (experimento 1), que conforme se fue incrementando el nivel de lisina en la dieta se mejoraron los parámetros productivos hasta llegar al nivel de 0.67% donde se obtuvo la más alta producción de huevo (88.5%), peso de huevo (54.7 g) y masa de huevo ave-día (48.4 g), también se obtuvo la mejor conversión alimentaria (1.85). En el experimento de aminoácidos azufrados (experimento 2) también conforme se incrementó el porcentaje de inclusión en la dieta de aminoácidos azufrados se mejoraron los parámetros productivos de la gallina de postura hasta el nivel de 0.59%, donde se logró la mayor producción de huevo (91.1%), peso de huevo (55.1 g), masa de huevo (50.1 g) y mejor conversión alimentaria (1.80).

Los resultados de la técnica de componentes principales se muestran en el Cuadro 4, donde se observa que el coeficiente mayor corresponde a la masa de huevo y el coeficiente menor corresponde a la conversión alimentaria, esto significa que al aumentar la postura, el peso del huevo, el consumo de alimento y la masa de huevo mejoran la conversión alimentaria.

Utilizando los resultados del componente prin-

Cuadro 4
COEFICIENTES PARA OBTENER LA COMBINACIÓN LINEAL
DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

COEFFICIENTS TO OBTAIN THE LINEAL COMBINATION OF THE STUDIED VARIABLES

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>
<i>First main component I</i>	
Laying (%)	0.260
Egg weight	0.220
Feed consumption/bird/day	0.262
Feed conversion	−0.174
Egg mass/bird/day	0.313

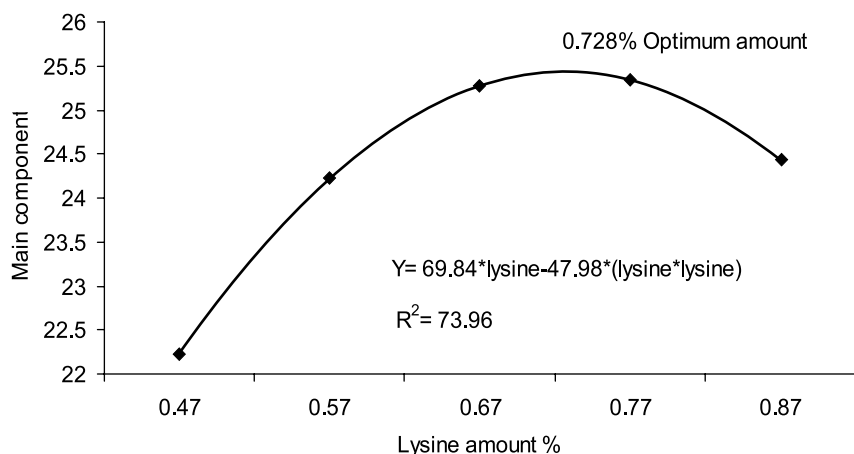


Figura 1. Nivel óptimo de lisina digestible con base en el componente principal

Optimum amount of digestible lysine bases upon the main component

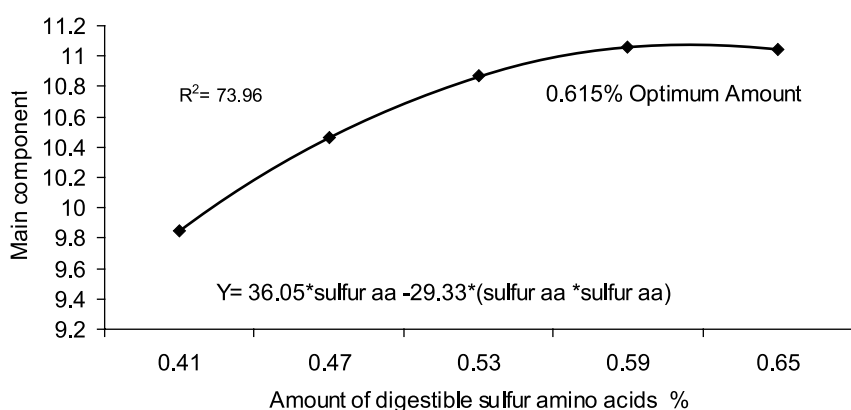


Figura 2. Nivel óptimo de aminoácidos azufrados digestibles con base en el componente principal

Optimum level of digestible sulfur amino acids upon the main component

g/bird/day), laying percentage (87.4), egg weight (54.7 g), egg mass (47.8 g) and feed conversion (1.87), the digestible lysine basal level results (0.47%) were improved by 14%, 25%, 6%, 32% and 15%, respectively. In the case of digestible sulfur amino acids, the optimum level was 0.615%, this value is slightly above the treatment before last of experiment 2 (Table 3). This treatment improved 4%, 8%, 6%, 14% and 9%, respectively, feed consumption, laying percentage, egg weight, egg mass and feed conversion of the birds in comparison with the basal level that was used (0.41%).

Discussion

In the experiments that were carried out, the basal diets with the lowest inclusion percentage of lysine and sulfur amino acids produced a reduction of the productive behavior of the hens and also affected negatively feed consumption (Table 3). Feed consumption gradually increased according to the increase in the amount of amino acids, as was reported by Morris *et al.*²⁷

cial, se realizó una regresión cuadrática con los niveles de los aminoácidos estudiados, para buscar la relación con los diferentes aminoácidos. Este análisis reveló un coeficiente de determinación de 73.96% y una significancia de $P < 0.001$ entre las variables productivas y los niveles de aminoácidos.

Finalmente, se obtuvieron los datos que sugieren el máximo nivel de inclusión, para cada uno de los aminoácidos estudiados. En la Figura 1 se indica que el nivel óptimo para lisina digestible es de 0.728% en la ración o 655 mg/ave/día. Para los aminoácidos azufrados digestibles, la Figura 2 marca como ideal 0.615% de inclusión en la ración o 553 mg/ave/día. Es importante señalar que las cantidades por ave/día se calcularon con base en un consumo promedio de 90 g por ave por día.

El nivel óptimo de lisina digestible se encuentra dentro de los niveles ensayados (0.67%-0.77%) en este experimento (Cuadro 3), si se promedian los resultados de estos dos tratamientos para consumo de alimento (89.1 g/ave/día), porcentaje de postura (87.4), peso del huevo (54.7 g), masa de huevo (47.8 g) y conversión alimentaria (1.87), se mejoró en 14%,

In this study, the relationship lysine - protein for a maximum productive behavior was 4.6% of digestible lysine. This result is higher than what is indicated in NRC² (4.1%). Possibly this is due to the fact that the hens today have a higher production and therefore require a larger amount of lysine to form the egg.

The optimum values obtained for lysine and sulfur amino acids, were 655 mg and 553 mg/ bird/ day, respectively, which is above those values indicated by the NRC,² by 5.5% and 5.9%, respectively, but are similar to what was reported by Coon and Zhang.¹²

On the other hand, the literature does not indicate precise ranges in the suggested levels for these amino acids, probably due to the different daily ingestion, as well as the variability in the digestibility of amino acids contained in the diet ingredients.^{5,23} Nevertheless, when taking into consideration the digestible amino acid needs, the range of daily needs for them is narrower than the range of total amino acids, this in turn indicates a greater precision in the estimated requirements.

In this study, when taking into consideration the required digestible lysine as 100% then the sulfur amino acids should be present in a ratio of 84.4% of the total lysine.

In this work, the relationship found between digestible lysine and digestible sulfur amino acids, was higher than what is indicated by NRC² and lower than what was reported by Coon and Zhang.¹² The difference with what was described by the NRC² is probably due to the fact that it was published a few years ago for the existing genetic lines and the production standards of that time. On the other hand, the discrepancy between the Coon and Zhang¹² values (675 mg of digestible lysine and 547 mg of digestible sulfur amino acids) is small if it is taken into consideration that these researchers used egg mass as the only response variable and this study used five variables. Therefore, the digestible lysine and digestive sulfur amino acid values obtained in this work are better adjusted to what is happening to the productive hen. Nevertheless, it must be said also that the coefficient that was obtained in the main component analysis was greater for egg mass per bird, per day. This indicates that the egg mass production is the best criteria to evaluate amino acid requirements, and not the egg weight or the amount of eggs produced, since the size of the egg may limit the amount of pieces produced, and thus reduce the mass.

From the results that were obtained under the conditions of this work, we may infer that the current ideal needs of digestible lysine and methionine + cystine for a maximum production of egg in the Babcock B-300 hen are: digestible lysine, 655 mg per bird per day (100%), digestible methionine + cystine, 553 mg

25%, 6%, 32% y 15%, respectivamente, los resultados obtenidos con el nivel basal de lisina digestible (0.47%). Para los aminoácidos azufrados digestibles, el nivel óptimo fue 0.615%, este valor es ligeramente superior al penúltimo tratamiento del experimento 2 (Cuadro 3), este tratamiento mejoró en 4%, 8%, 6%, 14% y 9%, respectivamente, el consumo de alimento, el porcentaje de postura, el peso del huevo, la masa de huevo y la conversión alimentaria de las aves comparado con el nivel basal empleado (0.41%).

Discusión

En los experimentos conducidos, las dietas basales con el porcentaje de inclusión más bajo en lisina y aminoácidos azufrados, además de producir en las gallinas una disminución en su comportamiento productivo, afectaron en forma negativa el consumo de alimento (Cuadro 3). El consumo de alimento se incrementó gradualmente en función de las inclusiones de los aminoácidos, como lo notifican Morris *et al.*²⁷

La relación lisina-proteína en este estudio para un máximo comportamiento productivo fue de 4.6% de lisina digestible. Este resultado es mayor a lo que marca el NRC² (4.1%), posiblemente se debe a que la gallina actual, por su mayor producción, requiere de mayor cantidad de lisina para la formación de huevo.

Los valores obtenidos como óptimos para lisina y aminoácidos azufrados, resultaron ser de 655 mg y 553 mg/ave/día, respectivamente, superiores a lo informado por el NRC,² en 5.5% y 5.9%, respectivamente, pero similares a lo informado por Coon y Zhang.¹²

Por otro lado, en la literatura no se indican rangos precisos en los niveles sugeridos para estos aminoácidos, debido probablemente a la diferente ingestión diaria, como la variabilidad en la digestibilidad de los aminoácidos contenidos en los ingredientes de la dieta.^{5,23} Sin embargo, al considerar las necesidades de aminoácidos en forma digestible, el rango para las necesidades diarias de éstos, se hace más estrecho que el rango en comparación con los aminoácidos totales, lo que indica mayor precisión en la estimación de los requerimientos.

Al considerar la concentración de lisina digestible requerida como 100% en este estudio, se encontró que los aminoácidos azufrados deberían estar presentes en la dieta a razón de 84.4% del total de la lisina.

En este trabajo la relación encontrada entre la lisina digestible y los aminoácidos azufrados digestibles, los valores fueron más altos que los indicados por el NRC² y menores a los notificados por Coon y Zhang.¹² La diferencia con lo descrito por el NRC² es probable

per bird per day (84.4%).

Referencias

Mc Naughton JL, Deaton JW, Reece FN. Lysine and sulfur
1. amino acid requirements of egg type laying hens.
Feedstuff. 1980; 52: 17-18.

National Research Council. Nutrient Requirements of
2. Poultry 9th rev. Washington, DC: National Academic
Press, 1994

Jason LE, Baker DH. Use of the ideal protein concept
3. for precision formulation. J Appl Poult Res 1998; 3:
98-103.

Summers DJ. Reducing nitrogen excretion of the
4. laying hen by feeding lower crude protein diets. Poult
Sci 1993; 72:1473-1478.

Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves.

5. 8 ed. México: Universidad Autónoma de Chapingo,
1996.

National Research Council. Nutrient Requirements of
6. Poultry 8th rev. Washington, DC. National Academic
Press, 1984

Noyola ADH, Ávila GE, Vásquez PC. Determinación
7. de las necesidades de lisina en gallinas Leghorn en
producción. Vet Méx. 1990; 21: 274-283.

Hijikuro SM, Yamazaki M. Available lysine require-
8. ment of laying hens. Jpn Poult Sci 1991; 28: 95-100.

Harms RH. A new method approach to defining
9. amino acid requirements. III Simposium de Avances
Tecnológicos Modernos; 1992 junio 18-21; Ixtapa
Zihuatanejo (Guerrero) México. México (DF): NOVUS
Internacional de México, SA de CV, 1992: 2-23.

Schutte JB, Smink W. Requirement of the laying hen
10. for apparent fecal digestible lysine. Poult Sci 1998; 77:
697-701.

Sheideler SE. Dietary lysine and tsaa supplemen-
11. tation in layer diets interactions and effects on egg
yields. Degussa Technical symposium. 1997 may 14;
Indianapolis (Indiana) EUA. Indianapolis (Indiana):
DEGUSSA Corporation, 1997:9-17.

Coon C, Zhang B. Ideal amino acid profile and
12. metabolizable energy requirements for layers. 59th
Minnesota Nutrition Conference & IPC Technical
Symposium; 1998 September 21-23; Bloomington,
Minnesota. E.U. Bloomington (Minnesota): Univer-
sity of Minnesota Extension Service. 1998:263-278.

Morales BEJ. Evaluación de aminoácidos digestibles
13. en ingredientes y el comportamiento productivo de
pollos de engorda y gallinas de postura con dietas en
base aminoácidos totales y aminoácidos digestibles
mediante el concepto de proteína ideal (tesis de doc-
torado) Colima (Colima) México: Facultad de Medic-
ina Veterinaria y Zootecnia. Univ. Colima, 1999.

Schutte JB, Van Weerden EJ, Bertram HL. Sulphur
amino acid requirement of laying hens and the effects
14. of excess dietary methionine on laying performance.
Br Poult Sci 1983; 24:319-326.

Harms RH, Russell GB. Optimizing egg mass with
amino acid supplementation of a low-protein diet.

que se deba a que fue publicado hace algunos años
para las líneas genéticas empleadas y los estándares
de producción de esa época. Por otro lado, la discre-
pancia entre los valores de Coon y Zhang¹² (675 mg
de lisina digestible y 547 mg de aminoácidos azufrados
digestibles) es pequeña si se consideran que estos
investigadores utilizaron a la masa de huevo como
única variable de respuesta y en el presente estudio
se emplearon cinco variables. Por tanto, los valores de
lisina digestible y aminoácidos azufrados digestibles
obtenidos en este trabajo, ajustan mejor a lo que está
sucediendo en la gallina en producción. Sin embargo,
hay que indicar también que el coeficiente obtenido
en el componente principal fue mayor para la masa
de huevo ave/día, lo que indica que la producción de
masa de huevo es el mejor criterio para evaluar los
requerimientos de estos aminoácidos y no así el peso
del huevo o la cantidad de huevos producidos, pues el
tamaño del huevo puede limitar la cantidad de piezas
producidas, reduciendo así la masa.

De los resultados obtenidos bajo las condiciones
aquí empleadas podemos inferir que las necesidades
ideales actuales de lisina y metionina + cistina diges-
tible para una máxima producción de huevo en la
gallina Babcock B-300 son: Lisina digestible 655 mg
por ave por día (100%), metionina + cistina diges-
tible, 553 mg por ave por día (84.4%).

15. Poult Sci. 1993; 72:1892-1896.

Calderon VM, Jensen LS. The requirement for sulfur
amino acids by laying hens as influenced by the pro-
16. tein concentration. Poult Sci 1990; 69: 934-944.

Ibáñez C, Potter LM. Estimación de los niveles
económicamente óptimos de nutrientes en la dieta de
17. gallinas ponedoras: aminoácidos azufrados. Memorias
de X Ciclo de Conferencias Internacionales sobre
Avicultura; 1991 junio 27-28; México DF: México
(DF) Asociación Mexicana de Especialistas en Nutri-
ción Animal, AC, 1991: 13-25.

Zollitsch W, Jevne C, Leske K, Coon C. Utilización
de aminoácidos cristalinos en las dietas de gallinas

18. ponedoras. Quinto Ciclo de Conferencias sobre Ami-
noácidos Sintéticos; 1993 septiembre 24; México D.F.
México (DF): Fermentos Mexicanos, SA de CV, 1993:
85-121.

Mariscal LG. Digestibilidad ileal, una herramienta
para formular a proteína ideal. Noveno Ciclo de
19. conferencias sobre aminoácidos sintéticos; 1997 sep-
tiembre 22; México DF. México(DF): Fermentos Mex-
icanos, S A de CV, 1997:47-58.

Fernandez S, Aoyagi S, Han Y, Parsons MC, Baker
HD. Limiting order of amino acids in corn and soy-
20. bean meal for growth of the chick. Poult Sci 1994; 73:
1887-1896.

García M, E. Modificaciones al sistema de clasificación
climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones

21. particulares de la República Mexicana. México (DF): Talleres Offset Larios, 1988.
Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington D.C.:
22. AOAC, 1990
Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e.V. Amino acids in animal nutrition.
23. Bergen: Dumme: AgriMedia. Ed.2000
De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Barcelona Editorial AEDOS,
24. 1991.
SPSS Inc. SPSS for windows (Computer program) version 8.0.0 spssinc 1989-1997
25. Denis GZ. Cálculo con geometría analítica. México DF, Editorial Iberoamericana. 1987: 92-196.
26. Morris TR, Al-Azzawi K, Gous RM, Glenda LS. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine
27. by chicks. Poult Sci 1987;2: 185-195.